



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Δημιουργία ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων ατμοσφαιρικής
ρύπανσης για την ευρύτερη περιοχή των Αθηνών την
περίοδο 2001-2013**



ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

A.M.: 41415

Υπεύθυνος Καθηγητής: Δρ ΜΟΥΣΤΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

Κεφάλαιο 1 ^ο Σύντομη αναφορά στους κυριότερους ατμοσφαιρικούς ρύπους.....	8
1.1 Εισαγωγή.....	8
1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση	9
1.2.1 Ταξινόμηση και κύριες πηγές ρύπων.....	10
1.3 Κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	11
1.3.1 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	11
1.3.2 Οξείδια του Αζώτου (NO _x).....	12
1.3.3 Όζον (O ₃)	13
1.3.4 Διοξείδιο του Θείου (SO ₂).....	14
1.3.5 Στερεά Αιωρούμενα Σωματίδια (PM ₁₀ & PM _{2.5}).....	17
1.3.6 Πηγές προέλευσης αιωρούμενων σωματιδίων	19
1.3.7 Οι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία και στο περιβάλλον.....	20
Κεφάλαιο 2 ^ο Νομοθεσία για την προστασία από την ατμοσφαιρική ρύπανση	21
2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2 Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	21
2.2.1 Οδηγία Πλαίσιο 96/62/EK.....	21
2.2.2 Θυγατρικές οδηγίες.....	24
2.2.3 Οδηγία 2008/50/EK	27
2.3 Οριακές τιμές και τιμές στόχοι για την προστασία της υγείας και της βλάστησης.....	29
2.3.1 Κριτήρια εγκυρότητας	29
2.3.2 Οριακές τιμές, περιθώρια ανοχής και ημερομηνίες συμμόρφωσης.....	31
Κεφάλαιο 3 ^ο Μεθοδολογία	37
3.1 Δεδομένα ατμοσφαιρικής ρύπανσης	37
3.2 Κριτήρια	41
3.3 Δημιουργία βάσεως δεδομένων	43
3.4 Στατιστική ανάλυση δεδομένων	45
3.4.1 Υπέρβαση μέσης ωριαίας τιμής.....	46
3.4.2 Υπέρβαση μέσης ημερήσιας τιμής	46
3.4.3 Υπολογισμός μέσης ετήσιας τιμής	46
3.4.4 Υπολογισμός μέγιστης ημερήσιας μέσης τιμής οκταώρου	46
3.4.5 Υπολογισμός υπερβάσεων ωριαίων οριακών τιμών.....	48
3.4.6 Υπολογισμός υπερβάσεων μέσων ημερήσιων και μέσων ετήσιων οριακών τιμών.....	48
3.4.7 Υπολογισμός μέσης ημερήσιας διακύμανσης	49

3.4.8	Υπολογισμός εβδομαδιαίας διακύμανσης	49
3.4.9	Υπολογισμός εποχικής διακύμανσης.....	50
3.4.10	Υπολογισμός διαχρονικής διακύμανσης.....	50
Κεφάλαιο 4ο Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των ατμοσφαιρικών ρύπων		51
4.1	Διοξείδιο του θείου SO ₂	51
4.1.1	Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το SO ₂	51
4.1.1.1	Διαγράμματα μέγιστης ημερήσιας ωριαίας μέσης τιμής SO ₂	51
4.1.1.2	Διαγράμματα μέσης ημερήσιας ωριαίας τιμής.....	56
4.1.1.3	Υπερβάσεις μέσης ωριαίας τιμής	61
4.1.2	Στατιστικά στοιχεία χρονικής διακύμανσης για το SO ₂	63
4.1.2.1	Μέση ημερήσια διακύμανση SO ₂	63
4.1.2.2	Εβδομαδιαία διακύμανση SO ₂	69
4.1.2.3	Εποχιακή διακύμανση	72
4.1.2.4	Διαχρονική διακύμανση	77
4.1.3	Γενικά συμπεράσματα για το διοξείδιο του θείου	82
4.2	Διοξείδιο του Αζώτου NO ₂	83
4.2.1	Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το NO ₂	83
4.2.1.1	Διαγράμματα μέγιστης ημερήσιας ωριαίας τιμής για το NO ₂	83
4.2.1.2	Υπερβάσεις ωριαίας οριακής τιμής NO ₂	92
4.2.1.3	Υπερβάσεις ετήσιας οριακής τιμής NO ₂	94
4.2.2	Στατιστικά στοιχεία χρονικής διακύμανσης NO ₂	105
4.2.2.1	Ημερήσια διακύμανση NO ₂	105
4.2.2.2	Εβδομαδιαία διακύμανση NO ₂	114
4.2.2.3	Εποχιακή διακύμανση NO ₂	124
4.2.2.4	Διαχρονική διακύμανση NO ₂	133
4.2.3	Γενικά συμπεράσματα για το διοξείδιο του αζώτου.....	136
4.3	Τροποσφαιρικό όζον O ₃	136
4.3.1	Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το O ₃	136
4.3.1.1	Διαχρονικά διαγράμματα μέγιστων ημερήσιων μέσων όρων οκταώρου 136	
4.3.1.2	Ετήσιοι μέσοι όροι μέγιστης ημερήσιας τιμής οκταώρου.....	143
4.3.1.3	Υπερβάσεις ημερήσιας τιμής στόχου O ₃	146
4.3.2	Στατιστικά χρονικής διακύμανση για το O ₃	154
4.3.2.1	Ημερήσια διακύμανση O ₃	154
4.3.2.2	Εβδομαδιαία διακύμανση όζοντος	161

4.3.2.3	Εποχιακή διακύμανση O ₃	167
4.3.2.4	Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος	174
4.3.3	Γενικά συμπεράσματα για το όζον	181
4.4	Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)	182
4.4.1	Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το μονοξείδιο του άνθρακα	182
4.4.1.1	Διαγράμματα μέγιστης ημερήσιας ωριαίας μέσης τιμής μονοξειδίου του άνθρακα (O ₃).....	182
4.4.1.2	Υπερβάσεις οριακής τιμής μονοξειδίου του άνθρακα.....	186
4.4.2	Στατιστικά χρονικής διακύμανση για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	187
4.4.2.1	Ημερήσια διακύμανση μονοξειδίου του άνθρακα (CO)	187
4.4.2.2	Εβδομαδιαία διακύμανση μονοξειδίου του άνθρακα (CO).....	191
4.4.2.3	Εποχιακή διακύμανση μονοξειδίου του άνθρακα (CO)	196
4.4.2.4	Διαχρονική εξέλιξη ετήσιων τιμών μονοξειδίου του άνθρακα (CO)	199
4.4.3	Γενικά συμπεράσματα για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	204
4.5	Αιωρούμενα σωματίδια αεροδυναμικής διαμέτρου μέχρι 10 μm (PM ₁₀)...204	
4.5.1	Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για τα PM ₁₀	205
4.5.1.1	Διαγράμματα ημερήσιας μέσης τιμής PM ₁₀	205
4.5.1.2	Υπερβάσεις ημερήσιας οριακής τιμής PM ₁₀	210
4.5.1.3	Υπερβάσεις ετήσιας οριακής τιμής PM ₁₀	212
4.5.2	Στατιστικά χρονικής διακύμανση για τα PM ₁₀	217
4.5.2.1	Εβδομαδιαία διακύμανση PM ₁₀	218
4.5.2.2	Εποχιακή διακύμανση PM ₁₀	221
4.5.2.3	Διαχρονική εξέλιξη ετήσιων τιμών PM ₁₀	225
4.5.3	Γενικά συμπεράσματα για τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM ₁₀	229
4.6	Αιωρούμενα σωματίδια αεροδυναμικής διαμέτρου μέχρι 2.5μm (PM _{2,5}) ..230	
4.6.1	Στατιστικά πληρότητας δεδομένων	230
4.6.2	Στατιστικά χρονικής διακύμανσης για τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM _{2,5}	231
4.6.2.1	Εβδομαδιαία διακύμανση PM _{2,5}	231
4.6.2.2	Εποχική διακύμανση PM _{2,5}	233
4.6.2.3	Διαχρονική διακύμανση PM _{2,5}	234
4.6.3	Γενικά συμπεράσματα για τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM _{2,5}	235

Περίληψη

Η πτυχιακή εργασία με τίτλο “Δημιουργία ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης για την ευρύτερη περιοχή των Αθηνών την περίοδο 2001-2013” βασικό σκοπό έχει την συγκέντρωση των δεδομένων καταγραφής του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (Ε.Δ.Π.Α.Ρ) για τους σταθμούς που ανήκουν στην Ευρύτερη Περιοχή Αθηνών (Ε.Π.Α) σε ένα ενιαίο ηλεκτρονικό αρχείο (βάση δεδομένων). Η βάση δεδομένων αυτή παρέχει την δυνατότητα στο χρήστη να μελετήσει την ποιότητα και την χωρική και χρονική διακύμανση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ε.Π.Α για την χρονική περίοδο 2001-2015. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που περιλαμβάνονται στην βάση δεδομένων είναι το Μονοξείδιο του Άνθρακα CO, το Διοξείδιο του Αζώτου NO₂, το Διοξείδιο του Θείου SO₂, το Τροποσφαιρικό Όζον O₃ & τα Αιωρούμενα Σωματίδια Αεροδυναμικής διαμέτρου μικρότερης των 10μm και 2,5 μm (PM₁₀ & PM_{2,5}). Δεδομένα από δεκατρείς σταθερούς σταθμούς καταγραφής περιλαμβάνονται στην βάση δεδομένων.

Η περιγραφή του φαινομένου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ο σκοπός του πρώτου κεφαλαίου. Αρχικώς, πραγματοποιείται αναφορά στην ατμόσφαιρα και τον καθαρό ατμοσφαιρικό αέρα. Στην συνέχεια ορίζεται η ατμοσφαιρική ρύπανση και γίνεται εκτενής περιγραφή των ιδιοτήτων, των πηγών προέλευσης και των επιπτώσεων των ρύπων που περιλαμβάνονται στην βάση δεδομένων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι οδηγίες του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και η εθνική νομοθεσία σχετικά με την εκτίμηση και την διαχείριση της ποιότητας του αέρα. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα προβλεπόμενα κριτήρια εγκυρότητας δεδομένων από τα δίκτυα σταθμών παρακολούθησης και οι οριακές τιμές, τιμές στόχοι και περιθώρια ανοχής των συγκεντρώσεων των ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία για την δημιουργία της βάσης δεδομένων σε περιβάλλον Microsoft Excel. Αρχικώς, πραγματοποιείτε αναφορά στους σταθμούς του Ε.Δ.Π.Α.Ρ οι οποίοι περιλαμβάνονται στην βάση δεδομένων. Έπειτα, παρουσιάζεται η μεθοδολογία για την αξιολόγηση της εγκυρότητας δεδομένων και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της για την Ε.Π.Α. Στην συνέχεια, αναλύεται η μεθοδολογία για την δημιουργία του αρχείου της βάσης δεδομένων. Τέλος, περιγράφεται η μέθοδος υπολογισμού στατιστικών δεικτών που αφορούν την αξιολόγηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας σύμφωνα με την νομοθεσία & την μελέτη της χρονικής και χωρικής διακύμανσης των συγκεντρώσεων ρύπων.

Οι στατιστικοί δείκτες ποιότητας της ατμόσφαιρας για το σύνολο των ρύπων & σταθμών παρουσιάζονται στο τέταρτο κεφάλαιο και αξιολογείτε η νομική συμμόρφωση. Παράλληλα παρουσιάζονται τα μέσα επίπεδα συγκέντρωσης ανά ρύπο και σταθμό ανά ώρα της ημέρας, ημέρα της εβδομάδος, μήνα του έτους και ανά έτος.

Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και προτάσεις για την διαχείριση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ε.Π.Α.

Abstract

Fundamental purpose of the assignment with title “Creation of electronic database of air pollution for the greater Athens area during the time period 2001-2013” is the assembly of the recorded data from the National Atmospheric Pollution Monitoring Network (NAPMN) regarding the stations in the Greater Athens Area (G.A.A) into a single electronic file (database). This database provides the ability to the User to study the quality and the fluctuations over space and time, of the air pollution in the G.A.A for the time period 2001-2015. The atmospheric pollutants included in the database are Carbon Monoxide CO, Nitrogen Dioxide NO₂, Sulfur Dioxide SO₂, Ozone O₃ & particulate matter of aerodynamic diameter lesser than 10µm και 2,5 µm (PM₁₀ & PM_{2,5}). Data from thirteen stable stations are included in the database.

The description of the atmospheric pollution phenomenon is the purpose of the first chapter. Primarily, there is reference to the atmosphere and the clean air. Then, the atmospheric pollution is defined and there is extended description of the properties, the sources and the effects of the pollutants included in the database.

In the second chapter the European Parliament directives and the national legislation are presented on ambient air quality assessment and management. Then, data quality objectives are introduced for the monitoring station networks and the concentration limit, target values and margins of tolerance of air pollutants in the atmosphere.

In the third chapter, the methodology for the creation of the database in Microsoft Excel is presented. Initially, there is reference to the NAPMN stations that gets included in the database. Later, the assessment of data quality methodology is presented along with the assessment of the G.A.A data. Then, the creation of the database file methodology is analyzed. Finally, the methods of calculating the indexes of air quality assessment according to the legislation standards and the study of time and space fluctuations of pollutant concentrations.

The air quality indexes for all the pollutants and stations are presented in the fourth chapter and legal conformity is evaluated. Meanwhile, the average concentration levels of each pollutant, in each station are presented per hour of the day, day of the week, month of year and annually.

Finally, conclusions and proposals for the air quality management are presented regarding the G.A.A.

Κεφάλαιο 1^ο Σύντομη αναφορά στους κυριότερους ατμοσφαιρικούς ρύπους

1.1 Εισαγωγή

Η ατμόσφαιρα της γης είναι ένα μίγμα αερίων περίπου 500 δισεκατομμυρίων τόνων και σε ύψος περίπου 150 χιλιομέτρων από τον φλοιό της. Όσο αυξάνεται η απόσταση από την επιφάνεια μεταβάλλεται η πυκνότητα και η θερμοκρασία του αέρα. Η ατμόσφαιρα με κατεύθυνση από την επιφάνεια της γης προς άνω διακρίνεται σε πέντε ζώνες: α) Τροπόσφαιρα, β) Στρατόσφαιρα, γ) Μεσόσφαιρα, δ) Θερμόσφαιρα, ε) Εξώσφαιρα (Γεντεκάκης, 2010)

Η βάση δεδομένων για την Ευρύτερη Περιοχή της Αθήνας Ε.Π.Α για την χρονική περίοδο 2001-2015 περιλαμβάνει σταθερές μετρήσεις από σταθμούς που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης το οποίο είναι το χαμηλότερο τμήμα της τροπόσφαιρας. Επίσης αποτελεί το χώρο που αναπτύσσεται κυρίως η ανθρώπινη δραστηριότητα. Ωστόσο, η επίδραση των ανωτέρων στρωμάτων της ατμόσφαιρας στα επίπεδα ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα λίγα μέτρα από το έδαφος δεν είναι αμελητέα.

Ιδανικά, η σύνθεση της ατμόσφαιρας εντός της τροπόσφαιρας αποτελείται από «καθαρό» αέρα (clean air). Χαρακτηριστικές του ιδιότητες είναι η έλλειψη χρώματος, οσμής και γεύσης, το οποίο το καθιστά αντιληπτό από τις ανθρώπινες αισθήσεις αποκλειστικά κατά την κίνηση του. Επίσης, χαρακτηρίζεται από υψηλή ελαστικότητα και ευκινησία ενώ ο όγκος του είναι μεταβλητός (συστολή/διαστολή). Απορροφά ορισμένα είδη ακτινοβολίας, ενώ επιτρέπει άλλα είδη ακτινοβολίας να φτάνουν στην επιφάνεια της γης. (Μουστρής, 2010)

Στη πραγματική ατμόσφαιρα, ο ξηρός «καθαρός» αέρας επιβαρύνεται από υγρασία (ατμοί νερού) έως και 4% κατά βάρος, καθώς επίσης οργανικές ουσίες και αιωρούμενα σωματίδια. Έως σε ύψος 100 km από την επιφάνεια της γης η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι σχετικά σταθερή (Μαχαίρας και Μπαλαφούτης, 1984). Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζεται η μέση σύσταση του «καθαρού» ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα σε ποσοστό κατ'όγκο, σε μέρη στο εκατομμύριο κατ'όγκο, ppmv και σε μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Επίσης, παρουσιάζονται οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις ppmv και $\mu\text{g}/\text{m}^3$ σε συγκέντρωση ατμών νερού (H_2O) 31.200 ppmv.

Αέρια που παρουσιάζονται στον πίνακα όπως το Άζωτο (N₂), το Οξυγόνο (O₂), Αργό (Ar) κ.α. αποτελούν σταθερά συστατικά τις ατμόσφαιρας. Ενώ άλλα όπως Οζόν (O₃), Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), Μεθάνιο (CH₄), Υδρογόνο (H₂) κ.α. είναι μεταβαλλόμενα.

Συστατικό	Ξηρός αέρας			Υγρός αέρας	
	% κ.ο	ppmv	μg/m ³	ppmv	μg/m ³
Άζωτο (N ₂)	78.09	780 x 10 ³	8,95 x 10 ⁸	756,5 x 10 ³	8,67 x 10 ⁸
Οξυγόνο (O ₂)	20.94	209,4 x 10 ³	2,74 x 10 ⁸	202,9 x 10 ³	2,65 x 10 ⁸
Αργό (Ar)	0.93	9,3 x 10 ³	1,52 x 10 ⁷	31,2 x 10 ³	1,47 x 10 ⁷
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	0.032	315	5,67 x 10 ⁵	9 x 10 ³	5,49 x 10 ⁵
Νέο (Ne)	0.0018	18	1,49 x 10 ⁴	305	1,44 x 10 ⁴
Ήλιο (He)	0.00052	5,2	8,50 x 10 ²	17,4	8,25 x 10 ²
Μεθάνιο (CH ₄)	0.00015	1,0- 1,2	6,6 - 7,9 x 10 ²	5	6,4 - 7,6 x 10 ²
Κρυπτό (Kr)	0.0001	1	3,43 x 10 ³	0,97	3,32 x 10 ³
Υποξείδιο του αζώτου (N ₂ O)	0.00005	0,5	9,00 x 10 ²	0,49	8,73 x 10 ²
Υδρογόνο (H ₂)	0.00005	0,5	4,13	0,49	4
Ξένο (Xe)	0.000008	0,08	4,29 x 10 ²	0,08	4,17 x 10 ²
Όζον (O ₃)	(0.01-0.04) 10 ⁻⁴	0,04	78,4	0,04	78,4
Νερό (H ₂ O)	-	-	-	31,2 x 10 ³	2,30 x 10 ⁷

Πίνακας 1-1 Μέση σύσταση κατ'όγκο και κατά μάζα του ξηρού «καθαρού» ατμοσφαιρικού αέρα και υγρού αέρα (Boubel et al., 1994; Μουστρής, 2009).

1.2 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (W.H.O) δίνει το παρακάτω ορισμό για την ατμοσφαιρική ρύπανση “ Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η ύπαρξη στην ατμόσφαιρα ουσιών για τέτοιο χρονικό διάστημα και σε τέτοια συγκέντρωση, ώστε να προκαλούνται δυσμενείς επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς (άνθρωπο, ζώα, φυτά) και τις υλικές κατασκευές”.

Μια αέρια ουσία που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα αλλά δεν περιλαμβάνεται στον ανώτερο πίνακα 1.1 μπορεί να χαρακτηριστεί ως ατμοσφαιρικός ρύπος καθώς επίσης και η υψηλότερη συγκέντρωση ενός συστατικού του ξηρού καθαρού αέρα. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι άμεσα επιβλαβής,

Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι παρατίθενται στον Πίνακα 1.2 (οι ρύποι που αφορούν την παρούσα εργασία επισημαίνονται με κίτρινο φόντο)

Πλήρες όνομα	Συντομογραφία
Μονοξείδιο του άνθρακα	CO
Μόλυβδος	Pb
Διοξείδιο του αζώτου	NO ₂ ,
Οξείδια του αζώτου	NO _x
Τροποσφαιρικό όζον	O ₃
Αιωρούμενα σωματίδια	TSP, PM ₁₀ , PM _{2.5}
Διοξείδιο του θείου	SO ₂ ,
Οξείδια του θείου	SO _x
Χλωροφθοράνθρακες	CFCs
Μεθάνιο	CH ₄
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂
Πολύ-φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες	HFCs
Υποξείδιο του αζώτου	N ₂ O
Υπερφθοροϋδρογονάνθρακες	PFCs
Πτητικές ασταθείς οργανικές ενώσεις	VOCs

Πίνακας 1-2 Κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι. (Μουστρής, 2009)

1.2.1 Ταξινόμηση και κύριες πηγές ρύπων

Ρύποι όπως το (CO), το (CO₂), το (SO₂), το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το (NO₂), το (N₂O), το υδρόθειο (H₂S), η αμμωνία (NH₃), το υδροχλώριο (HCl), ο μόλυβδος (Pb), τα (PM₁₀ & PM_{2.5}) έχουν κοινό χαρακτηριστικό ότι εκπέμπονται άμεσα από τις πηγές τους. Οι ρύποι αυτοί ορίζονται ως **Πρωτογενείς**.

Ωστόσο, οι πρωτογενείς ρύποι δεν είναι οι μόνοι υπεύθυνοι για τα φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης ρύποι αυτοί συνυπάρχουν στην ατμόσφαιρα με τον καθαρό αέρα και υπό την επίδραση συγκεκριμένων συνθηκών πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις που παράγουν νέες ουσίες. Τα παράγωγα αυτών των αντιδράσεων

αποτελούν μια διαφορετική κατηγορία ρύπων, τους **Δευτερογενείς**. (Μουστρής, 2009)

Επομένως, οι πρωτογενείς και οι δευτερογενείς ρύποι αποτελούν τις δύο κατηγορίες ατμοσφαιρικών ρύπων. Σε δύο κατηγορίες κατά τάσσονται επίσης οι πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης τις φυσικές και τις ανθρωπογενείς. (Βαλκανάς Γ., 1992)

Φυσικές πηγές παραγωγής και εκπομπής ρύπων στην ατμόσφαιρα θεωρούνται το έδαφος, τα ηφαίστεια, οι πυρκαγιές και οι ωκεανοί. Ως **ανθρωπογενείς** πηγές θεωρούνται η βιομηχανία, η θέρμανση, η παραγωγή ενέργειας, οι μεταφορές και τα ατυχήματα μεγάλης κλίμακας που προκαλούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα.

1.3 Κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά οι ρύποι που θα συμπεριλαμβάνονται στην βάση δεδομένων για την Ευρύτερη Περιοχή των Αθηνών Ε.Π.Α. για τα έτη 2001-2015.

1.3.1 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα αέριο άχρωμο, άοσμο άγευστο, λίγο πυκνότερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Μοριακά αποτελείται από ένα μόριο άνθρακα και ένα μόριο οξυγόνου. Χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερος τοξικός για τους ζώντες οργανισμούς σε συγκεντρώσεις άνω του 35 ppm (Carbon Monoxide Chemical Datasheet, CAMEO Chemicals version 2.7 rev 2., National Oceanic and Atmospheric Administration) ενώ σε συγκεντρώσεις άνω των 100 ppm μπορεί να προκαλέσει θάνατο (Μουστρής, 2010). Επιπλέον, παρουσιάζει χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο (Μουστρής, 2009). Ο χρόνος παραμονής του στην τροπόσφαιρα κυμαίνεται από 30 έως 90 ημέρες (Γεντεκάκης, 2010). Στις αστικές περιοχές, όπως η περιοχή της Αθήνας, η κύρια προέλευση ποσοτήτων CO είναι η ατελείς καύση υδρογονανθράκων και λοιπών ενώσεων άνθρακα. Στη χρήση των (Μ.Ε.Κ) Μηχανών Εσωτερικής Καύσεως, κυρίως στα οχήματα, αποδίδεται το 70-80% της παραγωγής CO σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην φύση παράγεται και εκπέμπεται δευτερογενώς το CO, κυρίως από την οξείδωση στην ατμόσφαιρα του CH₄ (μεθανίου). Υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται και στην επιφάνεια των ωκεανών.

Λοιπές φυσικές πηγές είναι τα ηφαίστεια, οι δασικές πυρκαγιές και διάφορες άλλες δράσεις βακτηριακής φύσης. (Γεντεκάκης, 2010)

Το CO έχει τοξική επίδραση που πλήττει το αναπνευστικό σύστημα. Φυσιολογικά, η Hb δεσμεύει το οξυγόνο (O₂) σχηματίζοντας οξυαιμοσφαιρίνη (HbO₂) και έτσι μεταφέρεται το οξυγόνο στους ιστούς του οργανισμού. Το CO το οποίο παρουσιάζει έντονη χημική συγγένεια του CO με την αιμοσφαιρίνη (Hb) του αίματος, 210 φορές μεγαλύτερη του O₂, με αποτέλεσμα να δεσμεύεται σημαντική ποσότητα (Hb) σχηματίζοντας καρβοξυλοαιμοσφαιρίνη (HbCO). Το αποτέλεσμα είναι η αδυναμία του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο (O₂) από τους πνεύμονες στους ιστούς. Ανάλογα με την ποσότητα και χρονικό διάστημα της έκθεσης του οργανισμού, οι επιπτώσεις ποικίλουν. Σε έκθεση του οργανισμού σε υψηλά επίπεδα συγκεντρώσεων μπορεί να είναι θανάσιμο. Επιπλέον, η έκθεση σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις (περιοχές με αυξημένη κίνηση οχημάτων) για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με μελέτες, σχετίζεται με την εμφάνιση καρδιοπνευμονικών παθήσεων. (Γεντεκάκης, 2010)

1.3.2 Οξείδια του Αζώτου (NO_x)

Στον όρο οξείδια του αζώτου περιλαμβάνονται το Μονοξείδιο του Αζώτου (NO) και το Διοξείδιο του Αζώτου (NO₂) τα οποία αναφέρονται ως (NO_x). Στην βάση δεδομένων συμπεριλαμβανουμε μόνο το (NO₂) καθώς υπάρχει ισορροπία μεταξύ αυτού και του (NO) υπό την παρουσία οξυγόνου. (1,3)

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα 1.1 το άζωτο (N) αποτελεί το 78% του καθαρού ατμοσφαιρικού αέρα. Κατά την καύση/οξειδωση του παράγονται τα Οξείδια του Αζώτου (NO_x). Το Μονοξείδιο του Αζώτου (NO) είναι άχρωμο και άοσμο αέριο το οποίο δεν είναι τοξικό. Αντίθετα, το Διοξείδιο του Αζώτου (NO₂), είναι ένας από τους πλέον επικίνδυνους, καθώς διαθέτει έντονη οσμή και ένα κόκκινο, κίτρινο και καστανό χρώμα. Η παρουσία των Οξειδίων του Αζώτου (NO_x) συνδέεται με την δημιουργία του φωτοχημικού νέφους. (1,3)

Οι βασικότερες ανθρωπογενείς πηγές εκπομπής των Οξειδίων του Αζώτου (NO_x), κυρίως του (NO), στην ατμόσφαιρά σχετίζονται με την χρήση των καυσίμων (υγρών, στερεών και αέριων). Ο μεγαλύτερος όγκος του ρύπου παράγεται από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων, κατά 40-45%. Έπειτα ακολουθεί η χρήση καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή, κατά 30-35%. Τέλος, από τους κλίβανους καύσης ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας στην βιομηχανία

κατά 20%. Το NO₂ παράγεται δευτερογενώς από το NO μέσω χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στην ατμόσφαιρα υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Φυσικές πηγές, είναι το έδαφος (μέσο βιολογικών δραστηριοτήτων και καλλιεργειών), η καύση βιομάζας, π.χ πυρκαγιές, και οι αστραπές. (Γεντεκάκης, 2010)

Τα οξείδια του αζώτου προκαλούν πολλές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία. Στο περιβάλλον προκαλούν διαταραχή της ισορροπίας των οικοσυστημάτων. Είναι συνυπεύθυνα για την ξηρή και υγρή εναπόθεση (όξινη βροχή) με την δημιουργία του HNO₃. Ποσότητες των ρύπων που δεν επιστρέφουν στο έδαφος με την βροχή, φτάνουν έως την στρατόσφαιρα και επιδρούν στο στρατοσφαιρικό όζον.

Για τον άνθρωπο, έχει αποδειχθεί ότι εμφανίζονται έντονες αρνητικές επιπτώσεις κατά την έκθεση. Το NO₂ καθώς έχει ερεθιστικό και διαβρωτικό χαρακτήρα, προκαλεί σε σύντομο χρονικό διάστημα δυσχέρεια στην αναπνοή και οίδημα του αναπνευστικού (Μουστρής, 2009; Γεντεκάκης, 2010).

1.3.3 Όζον (O₃)

Το όζον (O₃) αποτελεί μια τριατομική αλλοτροπική μορφή οξυγόνου. Το αέριο αυτό είναι ιδιαίτερα ασταθές και θεωρείται από τα ισχυρότερα οξειδωτικά μέσα. Επίσης, έχει υψηλή τοξικότητα, ευδιάκριτη οσμή και ελαφρό κυανό χρώμα υπό κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Εντός της στρατόσφαιρας υπάρχει ένα στρώμα όζοντος το οποίο έχει ευεργετικές ιδιότητες για την δημιουργία και διατήρηση της ζωής στην επιφάνεια του πλανήτη, καθώς απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό της υπεριώδους ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τον ήλιο.

Εντός της τροπόσφαιρας όμως το όζον αποτελεί δευτερογενή ρύπο ιδιαίτερα στο χώρο που πραγματοποιούνται οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Με την ύπαρξη στα κατώτερα στρώματα του ατμοσφαιρικού αέρα (NO_x), υδρογονανθράκων σε αέρια μορφή, και πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs), υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας παράγεται το τροποσφαιρικό όζον. Επομένως, είναι αναμενόμενο ότι οι συγκεντρώσεις του είναι μεγαλύτερες σε περιοχές με υψηλή ηλιοφάνεια. (Γεντεκάκης, 2010) Η παραγωγή του σχετίζεται με τα επίπεδα της ηλιοφάνειας καθώς σε συνδυασμό με την παρουσία των οξειδίων του αζώτου πραγματοποιείται ένα κύκλος πολύπλοκων αντιδράσεων, που ονομάζεται φωτολυτικός. Συγκεκριμένα, το

διοξειδίο του αζώτου NO_2 αντιδρά με το φως που έχει μήκος κύματος άνω των 420nm και παράγει μονοξειδίο του αζώτου και ατομικό οξυγόνο. Το ατομικό οξυγόνο στη συνέχεια ενώνεται με το μοριακό οξυγόνο (O_2) και παράγεται το Όζον (O_3) (Τριανταφύλλου,2017)

Έμμεσα μπορούν να θεωρηθούν πηγές του όλες οι πηγές των πρωτογενών ρύπων, το διοξειδίο του αζώτου NO_2 , NO που προηγούνται . Τέτοιες πηγές είναι η χρήση ορυκτών καυσίμων για την μεταφορά και παραγωγή αγαθών, οι χώροι εναπόθεσης απορριμμάτων κ.α. Ενώ μικρότερη συνεισφορά έχουν τα πρατήρια καυσίμων.

Στην ανθρώπινη υγεία, μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιπτώσεις στο αναπνευστικό. Σχετίζεται άμεσα με την πρόωγη γήρανση των κατοίκων που εκτίθενται στις υψηλές συγκεντρώσεις (O_3) καθώς και χρόνιες αναπνευστικές ασθένειες. Τέλος, επηρεάζεται η αγροτική παραγωγή και γενικότερα η βλάστηση (Μουστρής, 2009; Καλδέλλης, 2005).

1.3.4 Διοξειδίο του Θείου (SO_2)

Οι ενώσεις που περιέχουν θείο αποτελούν την ομάδα ατμοσφαιρικών ρύπων με τις πιο αρνητικές επιπτώσεις (Καλδέλλης, 2005). Στην ομάδα αυτή των ρύπων ο πιο συνηθισμένος πρωτογενής ρύπος είναι το διοξειδίο του θείου (Γεντεκάκης 2010). Το διοξειδίο του θείου είναι άχρωμο, σε χαμηλές συγκεντρώσεις δεν έχει αντιληπτή οσμή, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις η οσμή είναι έντονη και ερεθιστική (Μουστρής, 2010). Γενικότερα, οι ενώσεις του θείου είναι δύσοσμες (Καλδέλλης, Χαλβατζής, 2005).

Σε αστικές περιοχές παρατηρείται συνήθως η εμφάνιση σημαντικών συγκεντρώσεων του ρύπου αυτού. Δευτερογενώς από την διάλυση του ρύπου στην υγρασία της ατμόσφαιρας παράγεταιθειώδες οξύ (H_2SO_3). Έπειτα, το H_2SO_3 σε ξηρό αέρα οξειδώνεται παράγοντας τριοξειδίο του θείου (SO_3). Τελικά, το SO_3 ,το οποίο εμφανίζει έντονη δραστηριότητα υπό την παρουσία υδρατμών, σχηματίζειθειικό οξύ (H_2SO_4). Τα παραγόμενα αερολύματαθειικού οξέος και γενικότερα τα οξείδια του θείου αποτελούν τα κύρια συστατικά της όξινης υγρής εναπόθεσης, ή όξινης βροχής, όπως είναι γνωστή (Μουστρής, 2009; Γεντεκάκης, 2010).

Το διοξειδίο του θείου παράγεται κυρίως από την καύση στερεών και υγρών καυσίμων τα οποία περιέχουν, μικρή συνήθως, αναλογία θείου. Η σημαντικότερη ανθρωπογενής πηγή είναι τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας τα

οποία χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (κάρβουνο, πετρέλαιο, λιγνίτης) τα οποία έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θείο. Επίσης, σημαντική συνεισφορά έχουν οι βιομηχανικές δραστηριότητες, της μεταλλουργίας, της παραγωγής τσιμέντου και η διύλιση πετρελαίου. Παράλληλα συνεισφορά έχουν και τα συστήματα κεντρικής θερμάνσεως. Το διοξείδιο του άνθρακα στην φύση εκλύεται από τις ηφαιστειακές εκρήξεις, τις δασικές πυρκαγιές, τους ωκεανούς και σε μικρό ποσοστό από το έδαφος, την γλωρίδα και της λίμνες (Μουστρής, 2009; Γεντεκάκης, 2010). Εκτιμάται ότι στο σύνολο των εκπομπών του διοξειδίου του θείου, η δυναμικότητα παραγωγής που οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα είναι διπλάσια από την αντίστοιχη λόγω των φυσικών διεργασιών (Γεντεκάκης, 2010).

Η πλειοψηφία των επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης, που έχουν συμβεί σε μεγάλες πόλεις του κόσμου, οφείλονται στην παράλληλη ύπαρξη SO₂ και ευνοϊκών συνθηκών για την μετατροπή του σε θειικό οξύ. Κάποια από τα σοβαρότερα συμβάντα παρατίθενται στον πίνακα 1.3.

Χρονολογία	Τοποθεσία
Δεκέμβριος 1930	Muese Valley (Βέλγιο)
Οκτώβριος 1948	Donora (Πενσυλβανία, Η.Π.Α)
26-30 Νοεμβρίου 1948	London (Ηνωμένο Βασίλειο)
21 Νοεμβρίου 1950	Posa Rica (Μεξικό)
5-9 Δεκεμβρίου 1952	London (Ηνωμένο Βασίλειο)
Νοεμβρίου 1953	New York State (Η.Π.Α)
3-6 Ιανουαρίου 1956	London (Ηνωμένο Βασίλειο)
5-10 Δεκεμβρίου 1957	London (Ηνωμένο Βασίλειο)
26-31 Ιανουαρίου 1959	London (Ηνωμένο Βασίλειο)
5-10 Δεκεμβρίου 1962	London (Ηνωμένο Βασίλειο)
7-22 Ιανουαρίου 1963	London (Ηνωμένο Βασίλειο)
9 Ιαν. - 12 Φεβ. 1963	New York State (Η.Π.Α)
23-25 Νοεμβρίου 1966	New York State (Η.Π.Α)
24-30 Νοεμβρίου 1966	New York City (Η.Π.Α)

Πίνακας 1-3 Επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Γεντεκάκης, 2010)

Τα ανωτέρω επεισόδια προκάλεσαν πλήθος θανάτων και εισαγωγών σε νοσοκομεία. Όπως γίνεται κατανοητό, ανθρώπινος οργανισμός είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στην έκθεση του SO₂. Σε συγκεντρώσεις άνω του 0,3 ppm μπορεί να γίνει αντιληπτό ενώ σε συγκέντρωση άνω του 1 ppm επηρεάζεται εμφανώς το καρδιοαναπνευστικό σύστημα. Με την παρουσία υγρασίας τα αερολύματα θεικού οξέος που δημιουργούνται έχουν σωματιδιακή ύλη της τάξης 5μm τα οποία παγιδεύονται στους εύκολα στους πνεύμονες. Μεμονωμένα το SO₂ απορροφάται από το ανώτερο αναπνευστικό σύστημα αλλά σε συνδυασμό με την ύπαρξη των

αιωρούμενων σωματιδίων και του καπνού, εισέρχεται τελικώς στο πνεύμονα δημιουργώντας μεγάλο ερεθισμό. Η διαβρωτικότητα των ατμοσφαιρικών αιωρημάτων που σχηματίζει έχει εμφανείς επιπτώσεις και στις κατασκευές (κτίρια, μνημεία) και μειώνει την ορατότητα. Επιπλέον, παρατηρούνται σημαντικές επιδράσεις στην ανάπτυξη της χλωρίδας και των καλλιεργειών.

Εάν και δεν αποτελεί μέρος του φωτοχημικού νέφους επιδρά αρνητικά εμποδίζοντας την διάχυση του. Τέλος, η ύπαρξη συγκεντρώσεων SO₂ στην ατμόσφαιρα προηγείται της εμφάνισης σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 2.5 μm, του οποίου τις σημαντικές επιπτώσεις θα αναφέρουμε στην συνέχεια (Μουστρής, 2009; Γεντεκάκης, 2010).

1.3.5 Στερεά Αιωρούμενα Σωματίδια (PM₁₀ & PM_{2.5})

Το λεξικό περιβαλλοντικών στατιστικών όρων του οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (U.N) αποδίδει για τα αιωρούμενα σωματίδια ή (Suspended Particulate Matters-SMP) τον κάτωθι ορισμό.

“Suspended Particulate Matters (τα αιωρούμενα σωματίδια) είναι λεπτός διασπασμένα στερεά και υγρά, τα οποία μπορεί να διαχέονται στην ατμόσφαιρα προερχόμενα από διεργασίες καύσεως, βιομηχανικές δραστηριότητες και φυσικές πηγές” (*Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods, Series F, No. 67, United Nations, New York, 1997*).

Γενικά, αναφέρεται σε ένα μεγάλο εύρος σωματιδίων που περιλαμβάνει όλα τα μόρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και δεν είναι αέρια (Γεντεκάκης, 2010). Προς το μέγεθος, θεωρούμε ως αιωρούμενα σωματίδια αυτά τα οποία έχουν αεροδυναμική διάμετρο μεταξύ 0,0002 μm και 500μm (Μουστρής, 2009). Τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να αποτελούνται, είτε από ένα σύνολο όμοιων μορίων, είτε διαφορετικών. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα συμπλέγματα μορίων, τα ιόντα, η σκόνη, ο καπνός, η γύρη κ.α.

Πλήθος διεργασιών και μηχανισμών στον ατμοσφαιρικό αέρα συμβάλουν στην δημιουργία και μετεξέλιξη τους. Ένας τρόπος παραγωγής είναι μέσω χημικών αντιδράσεων σωματιδίων με αέρια ή ατμούς αποδίδοντας νέα μόρια. Επιπλέον, μηχανισμός είναι η συμπύκνωση υδρατμών ή ατμών πτητικών ενώσεων γύρω από σωματίδια, που λειτουργούν ως πυρήνες σχηματίζοντας ένα πλήθος διαφορετικών μορίων. Τέλος, η δημιουργία συσσωματωμάτων κατόπιν σύγκρουσης σωματιδίων.

Η αύξηση του όγκου των συσσωματωμάτων είναι ευθέως ανάλογη της αύξησης του βάρους τους. Επομένως η αύξηση του βάρους των σωματιδίων αυξάνει την πιθανότητα για εναπόθεση στο έδαφος λόγω της επίδρασης της βαρύτητας (Γεντεκάκης, 2010).

Με τον όρο **εναπόθεση** περιγράφουμε την διαδικασία όπου η σωματιδιακή ύλη επικάθεται στην επιφάνεια της Γης. Η εναπόθεση διαχωρίζεται σε **ξηρή** και **υγρή** εναπόθεση. Στην περίπτωση της ξηρής εναπόθεσης τα αιωρούμενα σωματίδια επικάθονται υπό συνθήκες σχετικά ξηρού αέρα, ενώ στην περίπτωση της υγρής εναπόθεσης η επικάθιση οφείλεται στην ύπαρξη χιονόπτωσης, χαλαζιού, βροχής ή ομίχλης που συμπαρασύρει τα σωματίδια στο έδαφος.

Διαπιστώνουμε επομένως ότι, τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν ένα κύκλο ζωής στην ατμόσφαιρα που ξεκινά με τους μηχανισμούς παραγωγής που αναφέραμε, είτε πρωτογενώς είτε δευτερογενώς, καταλήγοντας στην απομάκρυνση από την ατμόσφαιρα μέσω της εναπόθεσης (Γεντεκάκης, 2010).

Κυρίως, οι σωματιδιακοί ρύποι μετρώνται ως βάρος σωματιδιακής ύλης προς τον όγκο, σε συνθήκες ξηρού αέρα. Υπάρχουν εναλλακτικές μονάδες μέτρησης, όπως αριθμός σωματιδίων κατ' όγκο αέρα, το βάρος ή ο αριθμός σωματιδίων σε συγκεκριμένο μέγεθος μέσης ακτίνας και άλλες μονάδες που αφορούν την επιφάνεια των σωματίων.

Στην πλειοψηφία τους τα αιωρούμενα σωματίδια είναι σφαιρικά και το βάρος τους δίδεται από τον τύπο.

$$w = \left(\frac{4}{3}\right) \rho \pi r^3 \quad (1)$$

Όπου ρ είναι η πυκνότητα (g/cm^3) και r είναι η ακτίνα σε (cm) (Γεντεκάκης, 2010).

Παρατηρούμε ότι για σωματίδια ίσης πυκνότητας και με διάμετρο αντίστοιχα 500 μm και 0,05 (αντιπροσωπευτικές διαμέτροι για αιωρούμενα σωματίδια με βάση το εύρος διαμέτρων που ορίσαμε τα ανωτέρω) ο λόγος των βαρών τους είναι 10^{12} .

Στο πολύ χαμηλό βάρος των σωματιδίων με διάμετρο μικρότερη του 1 μm οι βαρυτικές μέθοδοι μέτρησης δεν αποδίδουν. Γίνεται κατανοητό πως, απαιτείται να γίνεται διαχωρισμός της μελέτης και μέτρησης των αιωρούμενων σωματιδίων με βάση την κλίμακα τους (Γεντεκάκης, 2010).

Οι πρώτες μετρήσεις των αιωρούμενων σωματιδίων αναφέρονταν στο σύνολο των σωματιδίων ανεξαρτήτως του μεγέθους, με την χρήση του όρου **Total Suspended Particulate-TSP** (ολικά αιωρούμενα σωματίδια). Έπειτα, μέσω των ανακαλύψεων νέων τεχνικών μέτρησης ξεκίνησε η μέτρηση των PM10. Ως PM10 ορίζουμε τα σωματίδια που έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη ή ίση των 10μm. Πλέον, υφίσταται και η μέτρηση σωματιδίων αεροδυναμικής διαμέτρου μεγαλύτερης ή ίσης του 2.5μm, τα οποία αντίστοιχα ονομάζονται PM2,5 . Τα αιωρούμενα σωματίδια με εύρος διαμέτρων 2.5 και 10 μm χαρακτηρίζονται ως χοντρόκοκκα (coarse particles), ενώ τα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 2.5 μm ως λεπτόκοκκα (fine particles) (Μουστρής, 2009).

Πρωτίτερα, αναφέραμε ότι η πλειοψηφία των αιωρούμενων σωματιδίων βρίσκεται σε σχηματισμούς σφαιρικών σταγονιδίων. Ωστόσο, υπάρχουν και σωματίδια τα οποία μετράμε τα οποία έχουν ιώδης ή μη συμμετρικές μορφές. Επομένως, η έννοια της γεωμετρικής διαμέτρου δεν είναι επαρκής για να μελετηθούν οι διαστάσεις και οι ιδιότητες τους. Για αυτό τον λόγο αναφέρουμε παραπάνω την έννοια της αεροδυναμικής διαμέτρου. Ως αεροδυναμική διάμετρο ορίζουμε την διάμετρο που πρέπει να έχει ένα σφαιρικό σώμα πυκνότητας 1 g/cm³, ώστε κάτω από τις ίδιες συνθήκες να έχει την ίδια ταχύτητα καθίζησης με το υπό εξέταση σωματίδιο (Samet and Krewski 2007; Dockery et al. 1993).

1.3.6 Πηγές προέλευσης αιωρούμενων σωματιδίων

Οι πηγές προέλευσης των χοντρόκοκκων σωματιδίων (coarse particles) ποικίλουν, από την ανύψωση σκόνης λόγω του ανέμου, κονιορτοποιήσεις από τροχοφόρα οχήματα, στάχτες, το θαλασσινό αλάτι και σωματίδια από φυτικούς οργανισμούς. Κυρίως, παράγονται σαν αποτέλεσμα μηχανικών καταπονήσεων, όπως η τριβή και η σύνθλιψη (Μουστρής, 2009).

Αντίστοιχα, τα λεπτόκοκκα σωματίδια (fine particles) όπως τα ορίσαμενωρίτερα οφείλονται σε σωματίδια που σχηματίζονται από την αέρια φάση έπειτα από διαδοχικές καύσης ή μεταφορές, συσσώρευσης και συμπυκνώσεις. Ανθρωπογενείς, πηγές εκπομπής αποτελούν συνήθως τα παράγωγα των μηχανών εσωτερικής καύσης, βιομηχανικές δραστηριότητες, η ηλεκτροπαραγωγή από ορυκτά καύσιμα κλπ. Κυριότερη φυσική πηγή, η οποία είναι αποτελεί και την κυριότερη αιτία επεισοδίων ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια, τα τελευταία έτη στην Ελλάδα, είναι η μεταφορά σκόνης από την έρημο Σαχάρα. Το πρόβλημα

παρουσιάζεται πιο έντονα στην πάροδο του χρόνου καθώς η έκταση της ερήμου αυξάνεται.

1.3.7 Οι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία και στο περιβάλλον

Η ύπαρξη των αιωρούμενων σωματιδίων συνδέεται κυρίως με επιπτώσεις στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα. Οι επιπτώσεις εξαρτώνται από την τοξικότητα των ενώσεων και την διάμετρο των σωματιδίων. Η μύτη κατακρατάει τα σωματίδια έως 0,5 μm ενώ τα μικρότερα μπορούν να φτάσουν έως την τραχεία. Την μεγαλύτερη τοξικότητα παρουσιάζουν μέταλλα όπως το νικέλιο και ο μόλυβδος. (Γεντεκάκης, 2010). Η καύση της βενζίνης που περιέχει μόλυβδο παράγει αιωρούμενα σωματίδια που μπορούν να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της αναπνοής. Η ραδιενεργός τέφρα και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες αποτελούν επίσης απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Ευαίσθητες πληθυσμιακές ομάδες είναι τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι και οι πάσχοντες από άσθμα. Σε χώρους εργασία που υπάρχουν υψηλές εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων όπως, ανθρακωρυχεία, εργοστάσια και βιομηχανίες πρέπει να γίνεται πιο συστηματική καταγραφή των συγκεντρώσεων και να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας είτε ατομικά είτε συνολικά. Επιπλέον, προκαλούνται και φθορές διάφορες ανθρώπινες κατασκευές.

Τα αιωρούμενα σωματίδια παρουσιάζουν αξιοσημείωτη οπτική συμπεριφορά καθώς έχουν την δυνατότητα να διαθλούν, να περιθλούν, να διαχέουν ή να αποκόπτουν το φως. Ως οπτική συμπεριφορά εννοούμε την μείωση της ορατότητας και την παρατηρούμενη απορρόφηση και διασπορά της ηλιακής ακτινοβολίας (Μουστρής, 2009). Η επίδραση που υπάρχει στην πρόσληψη ηλιακής ακτινοβολίας τείνει να μειώσει την θερμοκρασία της γης λειτουργώντας αντίστροφα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Γεντεκάκης, 2010).

Κεφάλαιο 2ο Νομοθεσία για την προστασία από την ατμοσφαιρική ρύπανση

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στο νομοθετικό πλαίσιο του δίκαιου προστασίας της ατμόσφαιρας από ατμοσφαιρικούς ρύπους, το οποίο ισχύει για την ευρύτερη περιοχή Αθηνών. Ειδικότερα, αναλύουμε τη νομοθεσία που θεσπίζει τις τιμές στόχους των οριακών τιμών των αέριων ρυπαντών. Κυριότερα, αναφερόμαστε στην Ευρωπαϊκή νομοθεσία στην οποία προδιαγράφονται τα όρια των τιμών και στη συνέχεια πραγματοποιούμε αναφορά στα νομοθετικά κείμενα που υπάρχουν στην Ελληνική νομοθεσία, τα οποία κυρίως εναρμονίζονται με τις κοινοτικές οδηγίες.

2.2 Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η ατμοσφαιρική ρύπανση αντιμετωπίζεται ως μείζων πρόβλημα σχεδόν από τα τέλη της δεκαετίας του 1970. Η ευρωπαϊκή κοινότητα εφαρμόζει πολιτική για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα με στόχο την ανάπτυξη και την εφαρμογή κατάλληλων δράσεων. Τα κυριότερα μέσα είναι μια σειρά ευρωπαϊκών οδηγιών οι οποίες θέτουν το πλαίσιο αναφοράς για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, με σκοπό την προστασία από τις υπερβολικές συγκεντρώσεις αερίων ρυπαντών, βασισμένη στις πιο επίκαιρες μελέτες της επίδρασης των ρύπων στην ανθρώπινη υγεία (European commission, 2018).

2.2.1 Οδηγία Πλαίσιο 96/62/ΕΚ

Το βασικότερο μέρος του πλαισίου αναφοράς τέθηκε από την Οδηγία Πλαίσιο του ευρωπαϊκού συμβουλίου για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα 96/62/ΕΚ « Οδηγία για την εκτίμηση και διαχείριση τη ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος» (Μουστρής Κ.Π 2009;European commission 2018 ;Κουτούπα-Ρεγκάκου Ε.,2007). Οι στόχοι των δράσεων που προβλέπονται από την οδηγία 96/62/ΕΚ αφορούν σύμφωνα με το άρθρο 1 της οδηγίας “τον προσδιορισμό και καθορισμό των στόχων για την ποιότητα του αέρα του περιβάλλοντος στην Κοινότητα, ώστε να αποφεύγονται, να προλαμβάνονται ή να μειώνονται οι επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο σύνολο του περιβάλλοντος”, “τη βάσει κοινών μεθόδων και κριτηρίων, εκτίμηση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος στα κράτη-μέλη”, “τη συγκέντρωση κατάλληλων πληροφοριών για

την ποιότητα του αέρα του περιβάλλοντος και την ενημέρωση του κοινού, μεταξύ άλλων, μέσω ορίων συναγερμού” και “τη διατήρηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, όταν είναι καλή και τη βελτίωση της στις άλλες περιπτώσεις”(European Council, 1996).

Γενικότερα, για τους ρύπους διοξείδιο του θείου (SO₂), διοξείδιο του αζώτου (NO₂) και οξείδιο του αζώτου (NO), αιωρούμενα σωματίδια (Α.Σ 10), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), Όζον (O₃) κ.α. ορίζονται από την οδηγία οριακές τιμές.

Ειδικότερα, για την εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο 96/62/ΕΚ από τα κράτη-μέλη προβλέπονταν τα παρακάτω:

1. Για όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης ορίζονταν μέσω της οδηγίας οι βασικές αρχές δράσης, με σκοπό τη διατήρηση και βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.
2. Η ενσωμάτωση της οδηγίας στο εθνικό δίκαιο και η τροποποίηση των έως τότε νομοθετικών διατάξεων σχετικά με τους ατμοσφαιρικούς ρύπους.
3. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο καθορίζει για κάθε ρύπο τις οριακές τιμές και τα όρια συναγερμού. Δινόταν ωστόσο ένα χρονικό περιθώριο για να ληφθούν μέτρα προσαρμογής, με τον καθορισμό ορίων ανοχής που σταδιακά μειώνονται έως μια ημερομηνία στόχο, όπου τα κράτη-μέλη οφείλουν να έχουν προσαρμοστεί στην οριακή τιμή στόχο.
4. Στο σύνολο της επικράτειας των κρατών-μελών πραγματοποιείται εκτίμηση της ποιότητας του αέρα. Για την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα μπορεί να χρησιμοποιούνται μετρήσεις, ή τεχνικές προσομοίωσης (μαθηματικών μοντέλων) ή συνδυασμός των δύο μεθόδων ή με αντικειμενική εκτίμηση. Οι μετρήσεις των ρύπων είναι υποχρεωτικές σε περιοχές όπου ο πληθυσμός, υπερβαίνει τις 250.000 κατοίκους ή σε περιοχές που κρίνεται ότι έχουν υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα ή ζώνες που τα επίπεδα είτε προσεγγίζουν είτε υπερβαίνουν της οριακές τιμές.
5. Για την προστασία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση, του εκάστοτε κράτους-μέλους, η εκπόνηση σχεδίων και προγραμμάτων αποκατάστασης. Η υλοποίηση των σχεδίων και προγραμμάτων αυτών απαιτεί τη λήψη μέτρων,

γενικότερα αλλά και στοχευμένα για κάθε μεμονωμένο ρύπο, που επαρκούν για την επίτευξη των στόχων που προδιαγράφει η Οδηγία Πλαίσιο, ώστε να υπάρχει συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές εντός των προβλεπόμενων χρονικών ορίων. Η κοινοποίηση του προγράμματος στο κοινό πρέπει να ενημερώνει σχετικά με την περιοχή (τον τύπο & την έκταση), τα χρήσιμα κλιματολογικά δεδομένα, τον πληθυσμό και τις ευαίσθητες ομάδες που πλήττονται. Η εφαρμογή των ανωτέρω ελέγχεται από την επιτροπή. Επιπλέον, να εκπονούνται σχέδια δράσης για την πρόληψη έναντι πιθανών μελλοντικών υπερβάσεων των ορίων συναγερμού.

6. Υποχρέωση των κρατών-μελών είναι η κατάρτιση καταλόγου ζωνών και οικισμών που είτε τα επίπεδα ενός ή περισσότερων ρύπων υπερβαίνουν την οριακή τιμή (προσαυξημένη κατά το περιθώριο ανοχής) είτε βρίσκονται μεταξύ των δύο ορίων.
7. Τα κράτη-μέλη φροντίζουν για τη λήψη μέτρων ενημέρωσης του κοινού (π.χ. με χρήση ηλεκτρονικών ή έντυπων ΜΜΕ) όταν υπερβαίνονται τα όρια συναγερμού. Εντός χρονικού διαστήματος 3 μηνών, τα κράτη-μέλη οφείλουν να γνωστοποιήσουν στην Επιτροπή, τα στοιχεία που αφορούν συμβάντα επεισοδίων ατμοσφαιρική ρύπανσης, όπως τα καταγεγραμμένα επίπεδα ρύπων και η χρονική του διάρκεια).
8. Με κριτήριο την αειφόρο ανάπτυξη, στις περιοχές όπου τα επίπεδα των ρύπων είναι χαμηλότερα των οριακών τιμών να γίνεται προσπάθεια για τη διατήρηση της βέλτιστης ποιότητας αέρα.
9. Στο άρθρο 11 της Οδηγίας Πλαίσιο προβλέπεται ο τρόπος γνωστοποίησης και οι αποδέκτες των πληροφοριών και των εκθέσεων για τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (European Council, 1996 ; Μουστρής, 2009).

Η οδηγία πλαίσιο ενσωματώθηκε στο Ελληνικό δίκαιο με την ΚΥΑ 3277/209/2000, ΦΕΚ 180/Β/17-2-2000 με τίτλο «Καθορισμός γενικών αρχών και αρμοδίων υπηρεσιών, για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος.»

2.2.2 Θυγατρικές οδηγίες

Τεχνικές επιτροπές δημιουργήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή με σκοπό την εκπόνηση θυγατρικών οδηγιών για να προδιαγράψουν για κάθε εξεταζόμενο ρύπο τις απαιτήσεις για να επιτευχθούν οι στόχοι της Οδηγίας Πλαίσιο. Εκδόθηκαν τέσσερις θυγατρικές οδηγίες που προσδιορίζουν τις οριακές τιμές, τα περιθώρια ανοχής, τις τιμές-στόχους, τους μακροπρόθεσμους στόχους, τα όρια συναγερμού και τα όρια ενημέρωσης του κοινού. Επίσης, καθορίζονται προθεσμίες συμμόρφωσης προς τις οριακές τιμές.

Παρακάτω, πραγματοποιούμε σύντομη αναφορά στο περιεχόμενο των θυγατρικών οδηγιών που εκδόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή:

Οδηγία 1999/30/ΕΚ σχετικά με τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου στον αέρα του περιβάλλοντος. Αποτελεί την πρώτη θυγατρική οδηγία της Οδηγίας Πλαίσιο 96/92. Η οδηγία αυτή αφορά τους ρύπους, διοξείδιο του θείου (SO₂), μονοξείδιο του αζώτου (NO), οξείδια του αζώτου (NO_x), αιωρούμενα σωματίδια και τον μόλυβδο (Pb).

Στόχοι της οδηγίας αυτής είναι ο καθορισμός των οριακών τιμών και των ορίων συναγερμού για τις συγκεντρώσεις των προαναφερόμενων ρύπων, για την αποφυγή, την πρόληψη και τη μείωση των επιπτώσεων στην υγεία των κατοίκων και το περιβάλλον. Επίσης, η εκτίμηση των συγκεντρώσεων βάσει κοινών μεθόδων και κριτηρίων. Επιπλέον, η συλλογή κατάλληλων πληροφοριών και η εξασφάλιση ότι το κοινό θα έχει πρόσβαση στις πληροφορίες. Τέλος, η διατήρηση ή βελτίωση όπου διαπιστώνεται ότι η ποιότητα του αέρα είναι καλή (Council of European Union, 1999). Στην Ελληνική νομοθεσία όπως προβλέπεται από την Οδηγία Πλαίσιο ενσωματώθηκε με την ΠΥΣ 34/2002 «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου» (Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007).

Οδηγία 2000/69/ΕΚ σχετικά με τις οριακές τιμές για το βενζόλιο και το μονοξείδιο του άνθρακα στον περιβάλλοντα αέρα. Αποτελεί τη δεύτερη θυγατρική

οδηγία της Οδηγίας Πλαίσιο 96/92/EC. Η οδηγία αυτή αφορά τους ρύπους βενζόλιο (PhH) και μονοξειδίο του άνθρακα (CO).

Οι στόχοι της οδηγίας αυτής αφορούν τον καθορισμό των οριακών τιμών του βενζολίου και το μονοξειδίου του άνθρακα στον ατμοσφαιρικό αέρα αποβλέποντας στην αποφυγή, στην πρόληψη ή στη μείωση των επιπτώσεων στην υγεία των πολιτών και στο φυσικό περιβάλλον. Επίσης, βάσει κοινών μεθόδων και κριτηρίων να πραγματοποιείται εκτίμηση των συγκεντρώσεων. Επιπλέον, να κοινοποιούνται στο κοινό, οι συλλεγόμενες πληροφορίες για τις συγκεντρώσεις των δύο ρύπων. Τέλος, η λήψη μέτρων για τη διατήρηση ή μείωση των συγκεντρώσεων του βενζολίου και του μονοξειδίου του άνθρακα στις περιοχές όπου η ποιότητα αξιολογείται ως καλή, στο μέτρο που επιτρέπεται από την οικονομική βιωσιμότητα (European Parliament and Council of European Union, 2000). Η ενσωμάτωση στο ελληνικό δίκαιο έγινε με την ΥΑ 9238/332/2004, ΦΕΚ 405B/27.2.05 με τίτλο «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε βενζόλιο και μονοξειδίο του άνθρακα» (Κουτούπα-Ρεγκάκου, 2007; Υ.Π.Ε.Ν, 2018).

Οδηγία 2002/3/EK σχετικά με το όζον στον περιβάλλοντα αέρα. Αποτελεί την τρίτη θυγατρική οδηγία της Οδηγία Πλαίσιο 96/63/EK. Η οδηγία αυτή αφορά το όζον (O₃) της τροπόσφαιρας το οποίο αποτελεί και τον πιο σημαντικό διασυννοριακό ρύπο.

Η οδηγία αυτή προβλέπει τον καθορισμό μακροπρόθεσμων στόχων, τιμές-στόχοι, όρια συναγερμού και ενημέρωσης, με σκοπό την αποφυγή, την πρόληψη και τη μείωση των επιπτώσεων στην υγεία των πολιτών και του περιβάλλοντος. Επίσης, στόχο αποτελεί η διασφάλιση της χρήσης κοινών μεθόδων και κριτηρίων, από όλα τα κράτη-μέλη, τόσο για εκτίμηση των συγκεντρώσεων του όζοντος, όσο και κατά περίπτωση, των πρωτογενών ρύπων που συντελούν στον σχηματισμό του, όπως τα οξειδία του αζώτου και οι πτητικές ενώσεις. Επιπλέον, η λήψη μέτρων για την ενημέρωση του κοινού με επαρκής πληροφορίες για τα επίπεδα του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Τέλος, η ενθάρρυνση της συνεργασία των κρατών-μελών για τη μείωση της διασυννοριακής ρύπανσης μέσω διμερών συνεργασιών και συμφωνιών (European Parliament and European council, 2002). Στο Ελληνικό δίκαιο ενσωματώθηκε με την ΚΥΑ ΗΠ 38638/2016, ΦΕΚ 1334B/21.9.05 με τίτλο «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές για τις συγκεντρώσεις όζοντος στον ατμοσφαιρικό αέρα, σε συμμόρφωση με τις

διατάξεις της οδηγίας 2002/3/EK «σχετικά με το όζον στον ατμοσφαιρικό αέρα» του Συμβουλίου της 12^{ης} Φεβρουαρίου 2002 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων»

Οδηγία 2004/107/EK σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα. Αποτελεί την τέταρτη θυγατρική οδηγία της Οδηγίας Πλαίσιο 96/62/EK. Η οδηγία αυτή αφορά την ύπαρξη στον ατμοσφαιρικό αέρα των ουσιών αρσενικό (As), κάδμιο (Cd), υδράργυρος (Hg), νικέλιο (Ni) και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (PAH). Με την τέταρτη αυτή θυγατρική οδηγία ολοκληρώνεται ο προσδιορισμός των απαιτούμενων τεχνικών για την επίτευξη των στόχων που τίθενται στην Οδηγία Πλαίσιο.

Οι σκοποί της οδηγίας είναι αντίστοιχοι των τριών προηγούμενων θυγατρικών οδηγιών με τον καθορισμό τιμών στόχων για τους ρύπους με στόχο τη διασφάλιση της υγείας των ανθρώπων και του περιβάλλοντος. Επίσης, για τη διατήρηση και βελτίωση όπου η ποιότητα του αέρα κρίνεται καλή. Επιπλέον, η καθιέρωση κοινών μεθόδων και κριτηρίων για την εκτίμηση των συγκεντρώσεων των ανωτέρων ρύπων. Τέλος, να κατοχυρώνεται διάθεση επαρκών πληροφοριών σχετικά με τους ρύπους στο κοινό (European Parliament and European Council, 2004). Στην Ελληνική νομοθεσία η οδηγία ενσωματώθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση ΚΥΑ ΗΠ 22306/1075/Ε103, ΦΕΚ 920Β/8.6.07 με τίτλο «Καθορισμός τιμών – στόχων και ορίων εκτίμησης των συγκεντρώσεων του αρσενικού, του καδμίου, του υδραργύρου, του νικελίου και των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στον ατμοσφαιρικό αέρα, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2004/107/EK «σχετικά με το αρσενικό, το κάδμιο, τον υδράργυρο, το νικέλιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον ατμοσφαιρικό αέρα» του συμβουλίου της 15^{ης} Δεκεμβρίου 2004 των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων».

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζουμε συνοπτικά τις θυγατρικές οδηγίες και τους αντίστοιχους ρύπους που αφορούν. Επιπλέον, παραθέτουμε την ημερομηνία έναρξης ισχύος της εκάστοτε οδηγίας.

Οδηγία	Ατμοσφαιρικοί Ρύποι	Ημερομηνία ισχύος
1999/30/EC	Διοξείδιο του θείου (SO ₂) Διοξείδιο του αζώτου (NO ₂) Οξείδια του θείου (NO _x) Αιωρούμενα σωματίδια (PM ₁₀) Μόλυβδος (Pb)	19/07/99
2000/69/EC	Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) Βενζόλιο (PhH)	13/12/00
2002/3/EC	Οζον (τροπόσφαιρας) (O ₃)	09/03/02
2004/107/EC	Κάδμιο (Cd) Αρσενικό (As) Νικέλιο (Ni) Υδράργυρος (Hg) Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH)	15/02/05

Πίνακας 2-1: Θυγατρικές Οδηγίες της Οδηγίας Πλαίσιο 96/92/EC (Μουστρής, 2009)

Απόφαση 97/101/ΕΚ για την καθιέρωση διαδικασίας για την αμοιβαία ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων που προέρχονται από τα δίκτυα και τους μεμονωμένους σταθμούς μέτρησης της ρύπανσης του αέρα του περιβάλλοντος στα κράτη μέλη.

Η παρούσα απόφαση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου τέθηκε σε εφαρμογή με αναδρομική ισχύ από την 1η Ιανουαρίου 1997 ενώ δεν απαιτείται ενσωμάτωση σε νέο εθνικό νομοθέτημα.

2.2.3 Οδηγία 2008/50/ΕΚ

Η Οδηγία Πλαίσιο 96/62/ΕΚ και οι θυγατρικές οδηγίες 99/30/ΕΚ, 2000/69/ΕΚ, 2002/3/ΕΚ με εξαίρεση την τέταρτη θυγατρική 2004/107/ΕΚ, ενσωματώθηκαν στην νέα ισχύουσα Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου 2008/50/ΕΚ τις 21 Μαΐου 2008.

Η οδηγία 2008/50/ΕΚ, για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερου αέρα για την Ευρώπη, βρίσκεται σε ισχύ από τις 11 Ιουνίου 2008.

Η οδηγία αυτή ουσιαστικά περιλαμβάνει:

1. Τη σύμπτυξη του μεγαλύτερου μέρους της Οδηγίας Πλαίσιο 96/62/EK και των θυγατρικών οδηγιών (εκτός της τέταρτης θυγατρικής οδηγίας) χωρίς αλλαγή στους στόχους που προβλέπονται για την ποιότητα του αέρα.
2. Την προσθήκη νέων στόχων για την ποιότητα του αέρα σχετικά με τη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων PM_{2.5}. Στόχοι αποτελούν αρχικά, ο καθορισμός μιας τιμής στόχου, στη συνέχεια ο καθορισμός της οριακής τιμής σε δύο φάσης και η θέσπιση ενός εθνικού στόχου μείωσης της έκθεσης.
3. Τη δυνατότητα επέκτασης του χρόνου συμμόρφωσης προς τις οριακές τιμές των Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀) για τρία έτη και του διοξειδίου του αζώτου (NO₂) και Βενζολίου (PhH) για πέντε έτη.
4. Τη δυνατότητα να μη συνυπολογίζεται η συμβολή των φυσικών πηγών κατά την εκτίμηση της συμμόρφωσης προς τις οριακές τιμές για την ποιότητα του αέρα.
5. Την κατάργηση της Οδηγίας Πλαίσιο 96/62/EK και των τριών θυγατρικών 1999/30/EK, 2000/69/EK και 2002/3/EK από τις 11 Ιουνίου 2010. Επίσης, καταργείται η απόφαση 97/101/EK

Οι σχετικές καταργήσεις και τροποποιήσεις αναφέρονται στο άρθρο 31 της Οδηγίας.

Στόχος της οδηγίας 2008/50/EK είναι ο περιορισμός, η πρόληψη και η αποφυγή των επιπτώσεων στην υγεία των ανθρώπων και στο περιβάλλον, μέσω του προσδιορισμού και καθορισμού των στόχων για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Επίσης, στόχο αποτελεί η προαγωγή της ευρύτερης συνεργασίας για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μεταξύ των κρατών-μελών. Όπως και στις προηγούμενες οδηγίες, θεσπίζεται η βάση

κοινών μεθόδων και κριτηρίων εκτίμησης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, η συγκέντρωση πληροφοριών για την ποιότητα του αέρα και η διάθεση τους στο κοινό. Τέλος, στόχος είναι η διατήρηση και η βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις περιοχές που βρίσκονται εντός των στόχων.

Οδηγία 2015/1480/ΕΚ για την τροποποίηση ορισμένων παραρτημάτων των οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2004/107/ΕΚ και 2008/50/ΕΚ, οι οποίες ορίζουν τους κανόνες σχετικά με τις μεθόδους αναφοράς, την επικύρωση των δεδομένων και την τοποθεσία των σημείων δειγματοληψίας για την εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

Η παρούσα οδηγία της 28^{ης} Αυγούστου 2015 τροποποιεί σειρά άρθρων των οδηγιών 2004/107/ΕΚ και 2008/50/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής καθορίζοντας ένα σύνολο κανόνων που αφορούν μεθόδους αναφοράς, επικύρωση των δεδομένων και τοποθεσίες δειγματοληψίας για την εκτίμηση της ποιότητας του αέρα.

2.3 Οριακές τιμές και τιμές στόχοι για την προστασία της υγείας και της βλάστησης

2.3.1 Κριτήρια εγκυρότητας

Για τους ρύπους το διοξείδιο του θείου (SO₂), το διοξείδιο του αζώτου (NO₂), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀&PM_{2,5} Ισχύουν κριτήρια συλλογής δεδομένων.

Βάση των κριτηρίων που παρατίθενται στον πίνακα 2.2 ελέγχεται η εγκυρότητα των δεδομένων που συγκεντρώνονται και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των στατιστικών παραμέτρων.

Κριτήρια συλλογής δεδομένων	Ποσοστό έγκυρων δεδομένων επί του συνόλου
Περίοδος μέσου όρου	
Τιμές 1 ώρας	75%
Τιμές 8 ωρών	75%
Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος 8 ωρών	75%
Τιμές 24 ωρών (ημερήσια)	75%
Ετήσιος μέσος όρος	90% ⁽¹⁾

Πίνακας 2-2: Κριτήρια συλλογής δεδομένων SO₂, NO₂, CO, PM₁₀ & PM_{2,5} (European Council 2008, p.30)

Για το όζον τα κριτήρια διαφοροποιούνται όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 2.3

Κριτήρια συλλογής δεδομένων	Ποσοστό έγκυρων δεδομένων επί του συνόλου
Περίοδος μέσου όρου	
Τιμές 1 ώρας	75%
Τιμές 8 ωρών	75%
Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος 8 ωρών	75%
ΑΟΤ 40 ⁽²⁾	90% των τιμών 1 ώρας για την περίοδο που ορίζεται για τον υπολογισμό της τιμής ΑΟΤ40
Ετήσιος μέσος όρος	75%
Αριθμός υπερβάσεων και μέγιστες τιμές ανά μήνα	90% των ημερήσιων μεγίστων μέσω τιμών 8ώρου 90% ωριαίων τιμών μεταξύ 8:00 & 20:00 CET
Αριθμός υπερβάσεων και μέγιστες τιμές ανά έτος	Πέντε από τους έξι μήνες κατά την περίοδο (Απριλίου- Σεπτεμβρίου)

Πίνακας 2-3: Κριτήρια συλλογής δεδομένων για O₃ (European Council 2008, p.24)

¹Στα κριτήρια για τον υπολογισμό του ετήσιου μέσου όρου δεν περιλαμβάνονται οι απώλειες δεδομένων λόγω περιοδικής συντήρησης ή βαθμονόμησης των οργάνων.

²Ως ΑΟΤ ορίζεται το άθροισμα της διαφοράς μεταξύ ωριαίων συγκεντρώσεων άνω των 80mg/m³ και των 80 μg/m³ σε μια δεδομένη χρονική περίοδο με την χρήση μόνο ωριαίων μετρήσεων μεταξύ 8:00 και 20:00 CET.

2.3.2 Οριακές τιμές, περιθώρια ανοχής και ημερομηνίες συμμόρφωσης

Οι παρακάτω πίνακες αφορούν το διοξείδιο του θείου (SO₂), το διοξείδιο του αζώτου (NO₂), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), όζον (O₃) και τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ και PM_{2.5}. Παρουσιάζονται ομαδοποιημένα, για κάθε ρύπο, οι περίοδοι αναφοράς, οι οριακές τιμές, τα περιθώρια ανοχής και οι προθεσμίες συμμόρφωσης, όπως αυτές καθορίστηκαν αρχικά από την Οδηγία Πλαίσιο 96/62/ΕΚ και τις θυγατρικές οδηγίες και στη συνέχεια από την οδηγία 2008/50/ΕΚ.

Διοξείδιο του θείου			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Ωριαίες τιμές	350 μg/m ³ έως 24 υπερβάσεις ανά έτος	150 μg/m ³	1/1/2005
Ημερήσιες τιμές	125 μg/m ³ έως 3 υπερβάσεις ανα έτος	Κανένα	1/1/2005

Πίνακας 2-4: Οριακές τιμές, περιθώρια ανοχής και προθεσμίες συμμόρφωσης ως προς τις οριακές τιμές για το διοξείδιο του θείου (SO₂)(European Council, 2008, p.30)

Διοξείδιο του αζώτου			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Ωριαίες τιμές	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως 18 υπερβάσεις ανά έτος	50% (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)μειούμε νο από την 1 ^η Ιανουαρίου 2001 και ετήσια κλιμακούμενη μείωση σε ίσα ετήσια ποσοστά έως να καταλήξει σε 0% την 1.1.2010	1/1/2010
Ετήσια τιμή	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50% (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)μειούμεν ο από την 1 ^η Ιανουαρίου 2001 και ετήσια κλιμακούμενη μείωση σε ίσα ετήσια ποσοστά έως να καταλήξει σε 0% την 1.1.2010	1/1/2010

Πίνακας 2-5: Οριακές τιμές, περιθώρια ανοχής και προθεσμίες συμμόρφωσης ως προς τις οριακές τιμές για το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) (European Council, 2008, p.30).

Μονοξείδιο του άνθρακα			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρου	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1/1/2005

Πίνακας 2-6: Οριακή τιμή, περιθώριο ανοχής και προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) (European Council, 2008, p.30).

Αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀)			
Στάδιο 1^ο			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Ημερήσιες τιμές	50 μg/m ³ έως 35 φορές ανά ημερολογιακό έτος	50% (25μg/m ³) μειούμενο από την 1η Ιανουαρίου 2001 και ετήσια κλιμακούμενη μείωση σε ίσα ετήσια ποσοστά έως να καταλήξει σε 0% την 1.1.2005	1/1/2005
Ετήσιες τιμές	40 μg/m ³	20% (8μg/m ³) μειούμενο από την 1η Ιανουαρίου 2001 και ετήσια κλιμακούμενη μείωση σε ίσα ετήσια ποσοστά έως να καταλήξει σε 0% την 1.1.2005	1/1/2005

Πίνακας 2-7 Οριακές τιμές, περιθώρια ανοχής και προθεσμίες συμμόρφωσης ως προς τις οριακές τιμές για αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀) (European council, 2008, p. 31).

Στην πρώτη θυγατρική οδηγία 1999/30/EK αναφέρονται οι στόχοι για τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ σε δύο στάδια, ωστόσο στην οδηγία 2008/50/EK παρουσιάζονται οι στόχοι του πρώτου στάδιο ενώ προστίθεται στόχος για οριακή τιμή των αιωρούμενων σωματιδίων PM_{2,5}.

Αιωρούμενα σωματίδια (PM_{2,5})			
Στάδιο 1^ο			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Ετήσιες τιμές	25 μg/m ³	20% (8μg/m ³) μειούμενο από την 1η Ιανουαρίου 2009 και ετήσια κλιμακούμενη μείωση σε ίσα ετήσια ποσοστά έως να καταλήξει σε 0% την 1.1.2015	1/1/2015
Στάδιο 2^ο			
Ετήσιες τιμές	20 μg/m ³	-	1/1/2020

Πίνακας 2-8 Οριακές τιμές, περιθώρια ανοχής και προθεσμίες συμμόρφωσης ως προς τις οριακές τιμές για αιωρούμενα σωματίδια (PM_{2,5}) (European council, 2008, p. 35).

OZON (O₃)			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Μέγιστη ημερήσια μέση τιμή δωρου	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ έως 25 υπερβάσης καταμέσο όρο ανά ημερολογιακό έτος εντός τριετίας	Κανένα	1/1/2010
Ετήσιος μέσος όρος μέγιστης μέσης ημερήσιας τιμής δωρου	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	Κανένα	2020

Πίνακας 2-9 Οριακές τιμές και προθεσμίες συμμόρφωσης ως προς τις οριακές τιμές για το όζον (O₃).

Κεφάλαιο 3^ο Μεθοδολογία

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρετε στην μεθοδολογία που ακολουθείται για να δημιουργηθεί η ηλεκτρονική βάση δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης για την Ευρύτερη Περιοχή Αθηνών (Ε.Π.Α). Επίσης, αναπτύσσεται η μεθοδολογία για τον υπολογισμό στατιστικών στοιχείων μέσω της βάσεως δεδομένων, που δίνει τη δυνατότητα να μελετηθεί η χωρική και χρονική διακύμανση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και να αξιολογηθεί η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών. Η αξιολόγηση του ατμοσφαιρικού αέρα αφορά τις οριακές τιμές που τίθενται από την Οδηγία 2008/50/ΕΚ.

3.1 Δεδομένα ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Για την δημιουργία της βάσεως δεδομένων απαιτείται η συλλογή των δεδομένων/μετρήσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η συλλογή δεδομένων που χρησιμοποιούμε προέρχονται από τους σταθμούς του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (ΕΔΠΑΡ). Ακολουθώντας την εθνική νομοθεσία και τις Ευρωπαϊκές οδηγίες τα δεδομένα της καταγραφής των σταθμών, καθώς επίσης πληροφορίες για την λειτουργία των σταθμών, είναι διαθέσιμα στο κοινό, μέσω της ηλεκτρονικής διεύθυνσης του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας <http://www.ypeka.gr>.

Τα δεδομένα τα οποία διατίθενται από το ΕΔΠΑΡ αφορούν σταθερούς σταθμούς μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε διάφορες περιοχές της επικράτειας. Βάση τα κριτήρια που προβλέπονται στις Ευρωπαϊκές Οδηγίες η ρύπανση στην χώρα μελετάτε σε τέσσερις (4) ζώνες. Η ζώνη με τον μεγαλύτερο αριθμό σταθμών είναι η οικιστική περιοχή των Αθηνών που αφορά και το αντικείμενο μελέτης μας και υπάρχουν συνολικά δεκατέσσερις (13) σταθμοί μέτρησης στην περιοχή. Επίσης, υπάρχει η ζώνη της οικιστικής περιοχής Θεσσαλονίκης με πέντε (5) σταθμούς. Τέλος υπάρχουν οι ζώνες των ευρύτερων περιοχών της Βορείου και Νοτίου Ελλάδος, με τέσσερις (4) και τρεις (3) σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης αντίστοιχα.

Οι πίνακες 3.1 & 3.2 αφορούν τους σταθμούς μέτρησης της ευρύτερης περιοχής Αθηνών:

Όνομα	Συντεταγμένες	
	Γεωγρ. μήκος	Γεωγρ. πλάτος
Αθηνάς	23° 43' 36'',63	37° 58' 41'',53
Αριστοτέλους	23° 43' 39'',46	37° 59' 16'',90
Γεωπονική	23° 42' 24'',44	37° 59' 01'',05
Λιόσια	23° 41' 52'',23	38° 04' 36'',53
Λυκόβρυση	23° 47' 19'',71	38° 04' 04'',35
Μαρούσι	23° 47' 14'',49	38° 01' 51'',02
Νέα Σμύρνη	23° 42' 46'',83	37° 55' 55'',18
Πατησίων	23° 43' 58'',97	37° 59' 58'',05
Πειραιάς Ι	23° 38' 42'',81	37° 56' 40'',75
Περιστερί	23° 41' 18'',08	38° 01' 14'',91
Αγ. Παρασκευή	23° 49' 09'',90	37° 59' 42'',39
Ελευσίνα	23° 32' 18'',41	38° 03' 04'',86
Θρακομακεδόνες	23° 45' 29'',46	38° 08' 36'',68

Πίνακας 3-1: Ονόματα και συντεταγμένες σταθμών ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Σταθμός	Περιγραφή	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}
Αθηνάς	Αστικός- Κυκλοφορίας	x	x	x	x		
Αριστοτέλους	Αστικός- Κυκλοφορίας	x	x			x	x
Γεωπονική	Περισστικός- Βιομηχανικός		x	x	x		
Λιόσια	Περισστικός- Υποβάθρου		x		x	x	
Λυκόβρυση	Περισστικός		x		x	x	x
Μαρούσι	Αστικός- Κυκλοφορίας		x	x	x	x	
Νέα Σμύρνη	Περισστικός- Υποβάθρου		x	x	x	x	
Πατησίων	Αστικός- Κυκλοφορίας	x	x	x	x		
Πειραιάς I	Αστικός- Κυκλοφορίας	x	x	x	x	x	x
Περιστέρι	Περισστικός- Υποβάθρου		x		x	x	
Αγ. Παρασκευή	Περισστικός- Υποβάθρου		x		x	x	x
Ελευσίνα	Περισστικός- Βιομηχανικός	x	x		x	x	x
Θρακομακεδόνες	Περισστικός- Υποβάθρου		x		x	x	x

Πίνακας 3-2 Περιγραφή σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Στο σχήμα 3.1 παρουσιάζονται οι τοποθεσίες των σταθμών μέτρησης



Σχήμα 0-1 Χάρτης σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης του ΕΔΠΑΡ στην Αττική
[Πηγή: www.geodata.gov.gr]

Οι ρύποι που μετρούνται από τους σταθμούς είναι α) το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), β) τα οξείδια του αζώτου (NO, NO₂), γ) το όζον (O₃), δ) το διοξείδιο του θείου (SO₂), ε) τα αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀, PM_{2,5}) στ) το βενζόλιο.

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μετρούνται ως λόγος του βάρους του ατμοσφαιρικού ρύπου προς τον συνολικό όγκο αέρα του δείγματος. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) μετριέται σε mg/m³. Οι υπόλοιποι ρύποι μετρούνται σε µg/m³.

Τα δεδομένα λαμβάνονται σε μορφή συμπιεσμένου αρχείου. Κάθε συμπιεσμένο αρχείο περιλαμβάνει το σύνολο των μετρήσεων που πραγματοποίησε το δίκτυο των σταθμών σε ένα έτος, φέροντας τον αντίστοιχο τίτλο. Κάθε ετήσιο αρχείο περιλαμβάνει φακέλους με τα ονόματα των σταθμών μέτρησης. Στην συνέχεια, ανοίγοντας τους φακέλους των σταθμών βρίσκουμε τα αρχεία των ωριαίων μετρήσεων που πραγματοποίησε ο εκάστοτε σταθμός ανά ρύπο το συγκεκριμένο έτος.

Τα αρχεία των μετρήσεων βρίσκονται σε μορφή γενικών αρχείων κειμένου *.dat. Τα ονόματα των αρχείων έχουν τρία συνθετικά. Το πρώτο είναι το όνομα του ρύπου, στους οποίους αναφερθήκαμε αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο. Το δεύτερο η συντομογραφία του σταθμού μέτρησης, τις οποίες παρουσιάσαμε στον πίνακα 3.1. Τέλος, το τρίτο συνθετικό που είναι το έτος, π.χ CO#PIR2006.dat ή

SO2LIO2013.dat . Στους ρύπους που το όνομα έχει δύο χαρακτήρες ακολουθείτε από το σύμβολο “#” .

3.2 Κριτήρια

Για την κατάρτιση της βάσης δεδομένων πραγματοποιείται μια διαδικασία επιλογής των δεδομένων. Αρχικώς, πραγματοποιείτε διαχωρισμός από το σύνολο των αρχείων, τα αρχεία που αφορούν τους σταθμούς της Ε.Π.Α. Έπειτα, για τους ρύπους (NO₂, CO, O₃, SO₂, PM₁₀ & PM_{2.5}) πραγματοποιείτε υπολογισμούς της πληρότητας των μετρήσεων με σκοπό να συμπεριληφθούν στοιχεία που κρίνονται αντιπροσωπευτικά για το χρονικό διάστημα 2001-2015.

Με τον όρο πληρότητα μετρήσεων εννοείτε το ποσοστό των έγκυρων ωριαίων ή ημερήσιων μετρήσεων στο σύνολο των μετρήσεων ενός έτους.

Τα αρχεία “.dat” ανοίγουν με την χρήση του Microsoft Excel. Μετά το επιτυχές άνοιγμα με επιλογή διαχωρισμού στοιχείων “,” “comma”, εμφανίζονται σε στοίχιση οι μετρήσεις.

Με την χρήση της εντολής “COYNTIF ” ανακτάτε αρχικά είτε η τιμή του συνόλου των έγκυρων δεδομένων είτε των μη έγκυρων τα οποία παρουσιάζονται με την τιμή “-9999”. Στην συνέχεια διαιρείται το σύνολο των έγκυρων τιμών με το σύνολο μετρήσεων του έτους (8760 ωριαίες μετρήσεις ή 365 ημερήσιες ανά έτος, εκτός των δίσεκτων ετών που έχουν ένα επιπλέον εικοσιτετράωρο ή ημέρα) για να βρούμε το ποσοστό.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για το σύνολο των αρχείων, και τα ποσοστά παρατίθενται στους πίνακες 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 & 3.8 αντίστοιχα για κάθε μετρούμενο ρύπο. Στους πίνακες συμπεριλαμβάνονται μόνο σταθμοί που πραγματοποιούν μετρήσεις για ένα συγκριμένο ρύπο και σταθμοί που έχουν πραγματοποιήσει μετρήσεις ομοιόμορφα κατανεμημένες στο σύνολο των ετών.

NO₂ – ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	97,34%	94,32%	96,45%	95,29%	98,89%	97,98%	99,24%	99,30%	96,54%	93,22%	98,46%	89,65%	96,82%
ΑΘΗΝΑΣ	92,58%	81,11%	66,11%	93,20%	99,38%	93,65%	85,38%	97,59%	99,89%	79,57%	98,50%	99,04%	95,25%
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	91,50%	91,54%	99,08%	96,36%	97,31%	99,76%	90,22%	99,24%	91,77%	94,69%	86,38%	96,74%	96,96%
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	95,05%	90,68%	42,23%	76,83%	96,91%	81,13%	79,04%	89,32%	97,73%	98,05%	95,90%	91,13%	90,32%
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	89,16%	91,24%	35,91%	75,38%	81,75%	95,13%	91,26%	81,67%	77,02%	99,70%	84,94%	97,20%	94,17%
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	95,50%	95,23%	91,97%	74,76%	92,88%	97,16%	85,79%	88,78%	97,29%	81,53%	82,28%	99,74%	85,40%
ΛΙΟΣΙΑ	98,98%	98,97%	85,66%	97,81%	97,03%	94,49%	78,93%	64,67%	93,18%	97,29%	99,33%	98,98%	96,26%
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	99,24%	90,56%	96,78%	91,28%	99,21%	98,45%	85,16%	99,69%	99,87%	88,53%	95,68%	92,71%	76,64%
ΜΑΡΟΥΣΙ	98,76%	98,48%	65,06%	89,78%	97,91%	94,51%	82,29%	91,72%	87,47%	97,85%	84,89%	97,88%	87,77%
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	92,09%	88,82%	52,93%	85,47%	92,79%	92,19%	89,99%	85,29%	95,08%	90,63%	96,02%	92,45%	96,44%
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	96,24%	98,29%	76,72%	98,33%	99,35%	99,27%	97,58%	97,65%	98,74%	98,95%	96,74%	93,78%	99,70%
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1	88,03%	89,06%	30,11%	98,36%	87,65%	95,97%	86,82%	90,19%	86,64%	72,12%	87,55%	78,38%	72,42%
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	91,05%	72,51%	92,19%	75,09%	84,09%	86,55%	77,98%	48,55%	89,26%	85,65%	94,59%	96,61%	98,61%

Πίνακας 3-3 Πληρότητα ωριαίων μετρήσεων Διοξειδίου του Αζώτου (NO₂)

Στο πίνακα 3-3 παρουσιάζονται τα ποσοστά έγκυρων μετρήσεων ανά ημερολογιακό έτος για τον ρύπο Διοξείδιο του Αζώτου στους σταθμούς Αγία Παρασκευή, Αθήνας, Αριστοτέλους, Θρακομακεδόνες, Λιόσια, Λυκόβρυση, Μαρούσι, Νέα Σμύρνη, Πατησίων, Πειραιάς-1, Περιστέρι.

CO – ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ΑΘΗΝΑΣ	92,56%	93,24%	85,70%	93,23%	99,39%	96,93%	90,04%	97,56%	99,94%	98,38%	98,57%	99,09%	98,28%
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	90,30%	90,75%	79,13%	84,89%	99,22%	80,88%	82,58%	81,32%	97,75%	70,92%	86,34%	98,62%	98,66%
ΜΑΡΟΥΣΙ	X	98,50%	98,56%	84,89%	97,93%	95,70%	98,60%	98,06%	87,48%	98,47%	93,79%	98,20%	86,06%
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	92,12%	94,74%	88,58%	84,89%	96,39%	91,94%	91,86%	95,87%	96,44%	77,43%	96,06%	97,84%	90,17%
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	98,14%	96,45%	98,52%	84,89%	99,39%	99,10%	99,65%	97,67%	96,64%	98,01%	99,66%	99,47%	99,74%
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1	X	90,19%	57,77%	84,89%	87,64%	97,12%	86,62%	97,80%	88,54%	87,13%	92,88%	78,07%	97,85%
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	91,05%	74,30%	88,50%	84,89%	93,16%	86,37%	78,03%	87,91%	98,61%	95,56%	97,08%	99,85%	98,64%

Πίνακας 3-4 Πληρότητα ωριαίων μετρήσεων Μονοξειδίου του Άνθρακα (CO)

SO₂- ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ΑΘΗΝΑΣ	92,37%	92,98%	38,87%	43,26%	97,23%	96,24%	90,26%	96,56%	99,92%	99,66%	96,85%	99,04%	98,23%
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	89,01%	84,61%	86,10%	82,64%	72,26%	80,83%	98,57%	95,07%	80,70%	81,02%	89,54%	97,26%	94,16%
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	96,79%	84,44%	56,87%	79,61%	97,67%	99,44%	99,93%	97,63%	99,95%	96,76%	98,56%	99,61%	99,73%
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1	87,98%	83,79%	49,05%	70,56%	87,13%	97,34%	86,79%	97,95%	77,31%	81,18%	92,76%	79,47%	99,99%
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	91%	73,62%	92,19%	75,07%	89,30%	84,34%	78,20%	88,14%	24,33%	76,52%	95,46%	99,83%	98,01%

Πίνακας 3-5 Πληρότητα ωριαίων μετρήσεων Διοξειδίου του Θείου (SO₂)

O₃ - ΟΖΟΝ

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	84,49%	93,89%	96,10%	88,13%	94,69%	97,07%	99,24%	98,86%	99,02%	93,21%	98,54%	89,65%	96,53%
ΑΘΗΝΑΣ	92,50%	88,52%	47,60%	69,34%	90,55%	92,21%	99,99%	97,82%	99,93%	98,42%	98,53%	99,06%	96,16%
ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ	90,02%	88,25%	89,47%	76,43%	98,71%	80,83%	78,13%	92,23%	91,67%	95,61%	94,09%	98,53%	86,76%
ΕΛΕΥΣΙΝΑ	89,00%	91,21%	86,14%	98,55%	81,28%	94,87%	98,29%	86,32%	89,05%	99,71%	82,72%	83,82%	80,67%
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	80,10%	94,73%	90,96%	95,68%	92,21%	95,74%	85,78%	88,98%	96,61%	81,55%	82,25%	99,70%	85,35%
ΛΙΟΣΙΑ	93,22%	99,02%	88,32%	97,81%	96,59%	94,33%	97,74%	78,40%	96,20%	97,31%	99,30%	96,43%	76,23%
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	X	97,27%	97,18%	91,99%	99,29%	96,64%	97,55%	91,31%	99,85%	95,05%	91,84%	87,07%	98,34%
ΜΑΡΟΥΣΙ	96,55%	98,46%	93,60%	90,00%	97,99%	96,06%	98,40%	97,35%	90,11%	97,63%	89,51%	97,87%	91,53%
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	92,09%	85,07%	94,55%	84,10%	95,90%	89,13%	91,38%	93,17%	96,44%	93,89%	95,61%	97,77%	96,14%
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	95,88%	97,99%	93,90%	85,74%	99,38%	99,42%	99,26%	95,97%	98,47%	98,20%	99,41%	99,38%	99,20%
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1	18,48%	89,67%	90,97%	87,04%	87,65%	97,28%	81,66%	97,90%	95,43%	86,93%	92,76%	79,45%	97,69%
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	91,11%	73,52%	92,24%	X	93,61%	86,63%	77,67%	86,30%	89,19%	86,76%	97,08%	98,15%	95,16%

Πίνακας 3-6 Πληρότητα ωριαίων μετρήσεων Τροποσφαιρικού Όζοντος O₃

PM ₁₀													
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	73,15%	85,21%	96,71%	92,33%	80,82%	58,63%	91,78%	86,30%	90,41%	87,40%	92,60%	78,36%	96,44%
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ	98,08%	60,27%	61,64%	41,37%	97,81%	97,26%	89,86%	89,59%	97,26%	83,56%	93,15%	80,27%	74,79%
ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΕΣ	99,73%	72,05%	81,10%	81,37%	64,11%	80,27%	83,29%	81,92%	81,37%	77,53%	72,33%	95,89%	54,25%
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	96,99%	83,01%	76,71%	92,05%	75,34%	83,84%	99,18%	83,56%	94,25%	97,53%	84,38%	85,48%	98,08%
ΜΑΡΟΥΣΙ	98,36%	42,19%	10,96%	70,68%	91,78%	91,78%	95,34%	95,34%	83,01%	93,15%	89,04%	63,56%	85,48%
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1	82,19%	75,34%	22,74%	30,14%	19,18%	x	76,44%	87,95%	82,74%	60,82%	75,89%	64,66%	96,16%

Πίνακας 3-7 Πληρότητα ημερήσιων μετρήσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο έως 10μm (PM₁₀)

PM _{2,5}							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	96,99%	90,96%	98,90%	46,85%	97,26%	86,30%	97,53%
ΓΟΥΔΙ	X	94,79%	99,18%	X	X	X	X
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	80,82%	92,05%	94,79%	72,88%	60,00%	89,04%	50,14%
ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1	65,75%	65,75%	84,38%	73,15%	50,68%	30,41%	36,16%

Πίνακας 3-8 Πληρότητα ημερήσιων μετρήσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο έως 2,5μm (PM_{2,5})

Αρχικώς, διαπιστώνεται στις μετρήσεις PM_{2,5} ότι διαχρονικά η πλειονότητα των σταθμών δεν πλησιάζει την τιμή του 90% τα δεδομένα δεν κρίνονται αντιπροσωπευτικά. Επομένως, στο κεφάλαιο 4.6 δεν θα εξεταστούν οι διαχρονικές υπερβάσεις των οριακών τιμών Αιωρούμενων σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο έως 2,5μm.

Στο σύνολο των υπολοίπων ρύπων εάν και δεν πληρείται πάντοτε το ποσοστό του 90% όπως αυτό προβλέπετε από την οδηγία 2008/50/EK για τα ετήσια δεδομένα, αξιολογούμε πως τα ποσοστά βρίσκονται αρκετά κοντά στην τιμή αυτή για να δικαιολογεί το κριτήριο που προβλέπει το 90% χωρίς να συνυπολογίζονται οι απώλειες από τακτικές/προγραμματισμένες συντηρήσεις και βαθμονομήσεις.

Τα δεδομένα στα αρχεία είναι στοιχισμένα ανά ημέρα και ώρα του εικοσιτετραώρου.

3.3 Δημιουργία βάσεως δεδομένων

Η βάση δεδομένων που συμπεριλαμβάνει δεδομένα για την χρονική περίοδο 2001-2015 για τους ρύπους CO, NO₂, O₃, SO₂, PM₁₀. Τα δεδομένα ταξινομούνται σε καρτέλες με δύο τρόπους α) ανά ρύπο και β) ανά σταθμό.

Αρχικώς, πραγματοποιείται άνοιγμα ενός νέου υπολογιστικού φύλλου Excel και δημιουργούνται 4 στήλες στοιχημένες στην ίδια σειρά με τους τίτλους “Ημερομηνία”, “Έτος”, “Μήνας”, “Ημέρα”. Στην ίδια σειρά αναγράφεται στα διπλανά κελιά “HR1”, “HR2” έως “HR24” τα οποία αντιστοιχούν στις ώρες 24 ώρες της ημέρας. Στην συνέχεια, κάτω από το κελί “Ημερομηνία” ξεκινώντας από την 1/1/2001 παρατίθενται με σειρά όλες οι ημερομηνίες έως την 31/12/2015. Κάτω από τα κελιά “Μήνας” και “Έτος” καταχωρούνται αντίστοιχα οι εντολές “=MONTH(κελί από στήλη ημερομηνίας)”, “=YEAR(κελί από στήλη ημερομηνίας)”. Τέλος, κάτω από το κελί “Ημέρα” αναγράφεται η αντίστοιχη ημέρα της εβδομάδας για κάθε ημερομηνία.

Η πρώτη σειρά του υπολογιστικού φύλλου συνίσταται να παραμένει κενή για να δοθούν τίτλοι που περιγράφουν τα δεδομένα. Πάνω από τις στήλες που δημιουργούνται αναγράφεται το όνομα του ρύπου (πλήρες και συντομογραφία) και το χρονικό διάστημα που αφορούν οι μετρήσεις. Πάνω από τις τιμές για τις ώρες της ημέρας αναφέρεται το όνομα του σταθμού.

Πλέον έχει διαμορφωθεί ένα αρχείο που μπορούν να τοποθετηθούν οι μετρήσεις ενός ρύπου με χρονική σειρά.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	ΝΟ2(Διοξείδιο του Αζώτου)2001-2015				ΣΤΑΘΜΟΣ "ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ"																
2	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΗΝΑΣ	ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΑ	HR1	HR2	HR3	HR4	HR5	HR6	HR7	HR8	HR9	HR10	HR11	HR12	HR13	HR14	HR15	HR16	
3	01/01/01		1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ																
4	02/01/01		1	2001	ΤΡΙΤΗ																
5	03/01/01		1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ																
6	04/01/01		1	2001	ΠΕΜΠΤΗ																
7	05/01/01		1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ																
8	06/01/01		1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ																
9	07/01/01		1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ																
10	08/01/01		1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ																
11	09/01/01		1	2001	ΤΡΙΤΗ																
12	10/01/01		1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ																
13	11/01/01		1	2001	ΠΕΜΠΤΗ																
14	12/01/01		1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ																
15	13/01/01		1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ																
16	14/01/01		1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ																
17	15/01/01		1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ																
18	16/01/01		1	2001	ΤΡΙΤΗ																
19	17/01/01		1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ																
20	18/01/01		1	2001	ΠΕΜΠΤΗ																
21	19/01/01		1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ																
22	20/01/01		1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ																
23	21/01/01		1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ																
24	22/01/01		1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ																
25	23/01/01		1	2001	ΤΡΙΤΗ																

Εικόνα 0-1 Βάση δεδομένων για διοξείδιο του αζώτου, χωρίς μετρήσεις.

Ανοίγοντας τα αρχεία των μετρήσεων με παρόμοιο τρόπο με προηγουμένως, μεταφέραμε τις μετρήσεις των σταθμών κάτω από τις στήλες των ωρών.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	NO₂(Διοξείδιο του Αζώτου)2001-2015 ΣΤΑΘΜΟΣ "ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ"																			
2	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΗΝΑΣ	ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΑ	HR1	HR2	HR3	HR4	HR5	HR6	HR7	HR8	HR9	HR10	HR11	HR12	HR13	HR14	HR15	HR16
3	01/01/01	1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ	1	1	1	1	6	3	1	2	1	1	1	1	2	10	10	9
4	02/01/01	1	2001	ΤΡΙΤΗ	24	15	11	6	5	26	15	25	28	16	9	6	6	7	7	11
5	03/01/01	1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ	11	8	7	8	7	30	40	42	33	46	41	48	34	17	15	22
6	04/01/01	1	2001	ΠΕΜΠΤΗ	11	3	5	10	15	18	15	29	27	28	28	27	39	49	36	27
7	05/01/01	1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	7	8	10	13	11	11	15	22	28	32	28	24	22	20	23	21
8	06/01/01	1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ	7	6	5	4	4	8	18	21	26	23	19	20	15	10	8	
9	07/01/01	1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ	11	7	6	8	9	8	7	8	6	4	4	6	12	14	13	10
10	08/01/01	1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ	6	4	4	3	3	12	16	19	27	31	-9999	32	26	22	19	22
11	09/01/01	1	2001	ΤΡΙΤΗ	2	4	2	1	1	2	4	6	5	6	8	7	6	8	12	14
12	10/01/01	1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ	14	10	5	4	11	18	19	22	28	40	47	43	50	53	42	22
13	11/01/01	1	2001	ΠΕΜΠΤΗ	49	31	18	11	10	19	13	26	27	38	42	39	32	21	21	33
14	12/01/01	1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	25	10	13	10	5	6	20	40	48	27	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
15	13/01/01	1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
16	14/01/01	1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
17	15/01/01	1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
18	16/01/01	1	2001	ΤΡΙΤΗ	5	5	4	3	4	5	9	16	14	12	10	10	11	10	8	8
19	17/01/01	1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ	4	3	2	2	3	5	15	19	27	23	14	12	11	21	15	15
20	18/01/01	1	2001	ΠΕΜΠΤΗ	9	8	7	5	4	6	19	29	35	29	23	16	11	14	16	17
21	19/01/01	1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	10	7	5	5	7	10	11	46	48	43	42	45	29	17	24	22
22	20/01/01	1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ	13	11	8	6	11	24	20	38	43	24	23	16	9	15	11	5

Εικόνα 0-2 Βάση δεδομένων για διοξείδιο του αζώτου, με μετρήσεις

Αντιγράφοντας την στήλη των ωρών στα δεξιά κελιά επαναλάβουμε την διαδικασία για όλους τους σταθμούς που καταγράφουν NO₂.

Με βάση τα ανωτέρω δημιουργήσαμε καρτέλες για όλους τους ρύπους. Στην συνέχεια με παρόμοιο τρόπο δημιουργήσαμε τις καρτέλες των σταθμών.

1	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 2001-2015 NO₂ (διοξείδιο του αζώτου)																			
2	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΗΝΑΣ	YEAR	ΗΜΕΡΑ	HR1	HR2	HR3	HR4	HR5	HR6	HR7	HR8	HR9	HR10	HR11	HR12	HR13	HR14	HR15	HR16
3	01/01/01	1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ	1	1	1	1	6	3	1	1	2	1	1	1	2	10	10	9
4	02/01/01	1	2001	ΤΡΙΤΗ	24	15	11	6	5	26	15	25	28	16	9	6	6	7	7	11
5	03/01/01	1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ	11	8	7	8	7	30	40	42	33	46	41	48	34	17	15	22
6	04/01/01	1	2001	ΠΕΜΠΤΗ	11	3	5	10	15	18	15	29	27	28	28	27	39	49	36	27
7	05/01/01	1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	7	8	10	13	11	11	15	22	28	32	28	24	22	20	23	21
8	06/01/01	1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ	7	6	5	4	4	8	18	21	26	23	19	20	15	10	8	
9	07/01/01	1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ	11	7	6	8	9	8	7	8	6	4	4	6	12	14	13	10
10	08/01/01	1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ	6	4	4	3	3	12	16	19	27	31	-9999	32	26	22	19	22
11	09/01/01	1	2001	ΤΡΙΤΗ	2	4	2	1	1	2	4	6	5	6	8	7	6	8	12	14
12	10/01/01	1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ	14	10	5	4	11	18	19	22	28	40	47	43	50	53	42	22
13	11/01/01	1	2001	ΠΕΜΠΤΗ	49	31	18	11	10	19	13	26	27	38	42	39	32	21	21	33
14	12/01/01	1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	25	10	13	10	5	6	20	40	48	27	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-99
15	13/01/01	1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-99
16	14/01/01	1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-99
17	15/01/01	1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-99
18	16/01/01	1	2001	ΤΡΙΤΗ	5	5	4	3	4	5	9	16	14	12	10	10	11	10	8	8
19	17/01/01	1	2001	ΤΕΤΑΡΤΗ	4	3	2	2	3	5	15	19	27	23	14	12	11	21	15	15
20	18/01/01	1	2001	ΠΕΜΠΤΗ	9	8	7	5	4	6	19	29	35	29	23	16	11	14	16	17
21	19/01/01	1	2001	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	10	7	5	5	7	10	11	46	48	43	42	45	29	17	24	22
22	20/01/01	1	2001	ΣΑΒΒΑΤΟ	13	11	8	6	11	24	20	38	43	24	23	16	9	15	11	5
23	21/01/01	1	2001	ΚΥΡΙΑΚΗ	7	6	5	4	5	3	5	7	6	6	5	3	3	3	4	
24	22/01/01	1	2001	ΔΕΥΤΕΡΑ	4	4	5	5	4	3	8	15	24	11	7	9	8	11	11	
25	23/01/01	1	2001	ΤΡΙΤΗ	10	9	5	2	10	20	28	30	52	54	69	65	67	70	100	1

Εικόνα 0-3 Βάση δεδομένων για σταθμό Αγία Παρασκευή.

3.4 Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Σκοπός της βάσης δεδομένων είναι ο κάθε χρήστης να έχει δυνατότητα να μελετήσει την χωρική και χρονική διακύμανση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την ποιότητα της ατμόσφαιρας.

Βάση της Οδηγίας 2008/50/ΕΚ η αξιολόγηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας πραγματοποιείται με κριτήριο τις μέσες ωριακές τιμές και τιμές στόχους Επομένως, για Οι μέσες ωριαίες τιμές για τους ρύπους CO, NO, NO₂, SO₂ δίδονται άμεσα στα

δεδομένα, ενώ οι μέσες ημερήσιες τιμές δίδονται για τα αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀, PM_{2,5}

Αντίστοιχα για τη μελέτη της χρονικής διακύμανσης

3.4.1 Υπέρβαση μέσης ωριαίας τιμής

Για τον ρύπο SO₂ βρίσκεται το πλήθος των υπερβάσεων της οριακής τιμής ανά έτος και ανά σταθμό, όπως αυτή διαμορφώνεται από το περιθώριο ανοχής για τις ωριαίες τιμές στον πίνακα 2.4 . Στην συνέχεια, εξετάζεται αν το πλήθος των ωριαίων υπερβάσεων ανά έτος υπερβαίνει τις 24^{ης}. Επίσης, βρίσκεται για κάθε ημέρα η μέγιστη ωριαία τιμή και δημιουργείται διάγραμμα για την σύγκριση της μέγιστης ωριαίας τιμής ανά ημέρα με την οριακή τιμή.

Αντίστοιχα, βρίσκονται και οι ωριαίες υπερβάσεις για το NO₂ με βάση τα κριτήρια που προβλέπονται από τον πίνακα 2.5.

3.4.2 Υπέρβαση μέσης ημερήσιας τιμής

Για τον υπολογισμό των υπερβάσεων των μέσων ημερήσιων τιμών αρχικώς υπολογίζεται ο μέσος όρος ανά ημέρα για τον ρύπο SO₂

3.4.3 Υπολογισμός μέσης ετήσιας τιμής

Ο υπολογισμός της μέσης ετήσιας τιμής μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους. Είτε με την χρήση της “ AVERAGEIFS ” στο εύρος ενός έτους με κριτήριο “>0”, είτε με την χρήση της “ AVERAGEIFS ” στο σύνολο των ημερήσιων μέσων όρων, σε συνδυασμό με μια “ COUNTIF ” η οποία θα μετράει το πλήθος των έγκυρων τιμών είτε ωριαίων που πρέπει να υπερβαίνει το 90% των ωρών του έτους είτε το 90% των ημερήσιων μέσων όρων.

3.4.4 Υπολογισμός μέγιστης ημερήσιας μέσης τιμής οκταώρου

Σε αντίθεση με το διοξείδιο του θείου (SO₂) και τα αιωρούμενα σωματίδια (PM₁₀) όπου αναφέρονται είτε στην μέση ημερήσια τιμή είτε στην μέση ετήσια τιμή των ωριαίων μετρήσεων, για την οριακή τιμή του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) το κριτήριο είναι η μέγιστη ημερήσια τιμή οκταώρου ενώ για τις τιμές-στόχους του Οζοντος (O₃) είναι ο μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων και ο μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρου σε ένα ημερολογιακό έτος. Η μέγιστη ημερήσια οκτάωρη μέση τιμή προκύπτει από τις μέσες τιμές κυλιόμενου οκταώρου. Η τιμή

αυτή υπολογίζεται από τις ωριαίες μετρήσεις. Ο οκτάωρος μέσος όρος της πρώτης ώρας της ημέρας υπολογίζεται από τις μετρήσεις μεταξύ 17:00 της προηγούμενης ημέρας έως την ώρα αυτή. Με αυτό τον τρόπο ο κάθε οκτάωρος μέσος όρος αντιστοιχεί στην ώρα και μέρα τις τελευταίας μετρήσεις. Αντίστοιχα, ο μέσος όρος τα μεσάνυκτα (24:00) είναι ο μέσος όρος των 8 τελευταίων μετρήσεων, από τις 16:00 έως τις 24:00. (European council, 2008)

Στην βάση δεδομένων για να είναι δυνατός ο υπολογισμός των οριακών τιμών ή των τιμών-στόχων δημιουργούνται επιπλέον 2 καρτέλες στο αρχείο όπου αποδίδονται οι μέσες κυλιόμενες τιμές.

Για τον υπολογισμό των μέσων κυλιόμενων τιμών αντιγράφονται οι τιμές για κάθε σταθμό για την χρονική περίοδο 2001 έως 2015. Επιλέγοντας τις επτά πρώτες στήλες και πατώντας την επιλογή εισαγωγή, όλες οι τιμές μετατοπίζονται κατά επτά στήλες και οι επτά πρώτες μένουν κενές. Στις κενές στήλες στην πρώτη σειρά τοποθετούνται οι ωριαίες τιμές που μετρήθηκαν τις τελευταίες επτά ώρες τις προηγούμενης χρονιάς. Έπειτα, αντιγράφονται οι τιμές των HR 16 έως HR 24 δηλαδή από τις τελευταίες επτά ώρες κάθε ημέρας για το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα, στα κενά κελιά κάτω από εκεί που βρίσκονται οι τιμές της προηγούμενης χρονιάς. Στην συνέχεια, στο πρώτο κελί τις 32^{ης} στήλης καταχωρείται η εντολή “=Average(A1:A8)”. Η εντολή “Average” δίνει την δυνατότητα να βρίσκεται η μέση τιμή σε ένα οποιοδήποτε τμήμα της βάσης δεδομένων, σε αυτή την περίπτωση του εύρους (A1:A8). Με αυτό τον τρόπο υπολογίζεται ο μέσος όρος της πρώτης ώρας του έτους 2001. Αντιγράφοντας την εντολή στις 23 στήλες στα δεξιά (33^η έως 55^η) υπολογίζονται τα κυλιόμενα οκτάωρα της πρώτης ημέρας του έτους 2001. Αντίστοιχα προεκτείνοντας την εντολή στις υπόλοιπες γραμμές υπολογίζονται η τιμές οκταώρου για όλα τα έτη. Τέλος αντιγράφονται οι τιμές των μέσων όρων οκταώρων σε πίνακες που έχουν διαμορφωθεί πανομοιότυπα με τους υπόλοιπους πίνακες των ρύπων. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε σταθμό για τους δύο ρύπους.

Για την εύρεση των μεγίστων ημερήσιων τιμών οκταώρου, αρχικά πραγματοποιείται άνοιγμα της καρτέλας των υπολογισμένων κυλιόμενων μέσων όρων οκταώρου. Έπειτα στο τρίτο κελί (στην σειρά της πρώτης ημερομηνίας) της πρώτης κενής στήλης γράψαμε την εντολή “=MAX(E3:AB3)”. Η εντολή αυτή εντοπίζει στο εύρος των 24 στηλών στην τρίτη γραμμή την μέγιστη τιμή. Με αυτή

την εντολή υπολογίσαμε το μέγιστό της 1/1/2001. Στην συνέχεια αντιγράφοντας την εντολή κατά μήκος της στήλης υπολογίζεται το σύνολο των μέγιστων ημερήσιων τιμών για τον πρώτο κατά σειρά σταθμό. Για τον υπολογισμό γενικότερα της μέγιστης ημερήσιας τιμής χρησιμοποιείται η εντολή “MAX” και το εύρος υπολογισμού είναι οι 24 ωριαίες τιμές της εκάστοτε ημέρας.

3.4.5 Υπολογισμός υπερβάσεων ωριαίων οριακών τιμών

Για το διοξείδιο του θείου (SO₂) σύμφωνα με του πίνακες του κεφαλαίου 2, δεν πρέπει να υπερβαίνεται η μέση ωριαία τιμή των 350 μg/m³. Η βάση δεδομένων μας δίνει την δυνατότητα να βρούμε και να απεικονίσουμε τις όποιες υπερβάσεις έχουν πραγματοποιηθεί για τον ρύπο αυτό.

Για τον υπολογισμό των ωριαίων υπερβάσεων του SO₂ χρησιμοποιήσαμε την εντολή “COUNTIF”. Η εντολή αυτή έχει την δυνατότητα να εντοπίζει και να αποδίδει το πλήθος των τιμών που ανταποκρίνονται σε ένα κριτήριο. Σε αυτή την περίπτωση το κριτήριο είναι η τιμή να υπερβαίνει το 350 και μας αποδίδει το πλήθος των υπερβάσεων.

=COUNTIF(\$E3:\$AB3;">350")

Τροποποιώντας το εύρος στην εντολή μπορούμε να βρίσκουμε τις υπέρβασεις σε διάφορα χρονικά διαστήματα. Ενώ για τον έλεγχο υπέρβασης για μόνο μία ώρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εντολή “IF”.

3.4.6 Υπολογισμός υπερβάσεων μέσων ημερήσιων και μέσων ετήσιων οριακών τιμών

Για τον υπολογισμό των υπερβάσεων των μέσων ημερήσιων οριακών τιμών και των μέσων ετήσιων προηγείται ο υπολογισμός των μέσων όρων αυτών. Στην συνέχεια με την χρήση της εντολής “COUNTIF” μπορεί να βρεθεί το πλήθος των υπερβάσεων.

Εναλλακτικά, μπορούμε να υπολογίσουμε την ετήσια μέση οριακή τιμή του NO₂ χρησιμοποιώντας την εντολή

=IF((COUNTIF(\$E3:\$AB367;">=0")>7884);AVERAGEIF(\$E3:\$AB367;">=0";\$E3:\$AB367);" ")

Όπου E3:AB367 το εύρος των τιμών για της μετρήσεις του σταθμού Αγία Παρασκευή για το έτος 2001.

3.4.7 Υπολογισμός μέσης ημερήσιας διακύμανσης

Στους ρύπους που έχουμε ωριαίες μετρήσεις, μπορεί να αποτυπωθεί η διακύμανση που παρουσιάζεται μεταξύ των ωρών της ημέρας, εφόσον υπολογισθεί η μέση τιμή της συγκεντρώσεως ενός ρύπου για κάθε συγκεκριμένη ώρα της ημέρας εντός ενός χρονικού διαστήματος.

Στην βάση δεδομένων υπολογίζεται η μέση τιμή για κάθε ώρα του εικοσιτετραώρου για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Για κάθε ρύπο υπολογίζεται ο μέσος όρος των έγκυρων τιμών κάθε στήλης με την εντολή “AVERAGEIF” και κριτήριο “>=0”. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ανά ρύπο για να είναι συγκρίσιμα, σε μορφή πίνακα για το σύνολο των σταθμών και σε ραβδογράμματα.

Στους ρύπους PM₁₀ & PM_{2.5} που υπάρχουν ημερήσιες μετρήσεις δεν μπορεί να βρεθεί η διακύμανση κατά την διάρκεια του 24ώρου.

3.4.8 Υπολογισμός εβδομαδιαίας διακύμανσης

Στους ρύπους PM₁₀ & PM_{2.5}, όπου υπάρχουν ημερήσιες μετρήσεις υπολογίζεται η μέση τιμή ανά ημέρα της εβδομάδος. Παράλληλα, στους ρύπους NO₂, SO₂, CO, O₃ όπου οι μετρήσεις είναι ωριαίες υπολογίζουμε τον ημερήσιο μέσο όρο των έγκυρων μετρήσεων.

Στην βάση δεδομένων υπολογίζεται η μέση ημερήσια συγκέντρωση για κάθε ημέρα της εβδομάδος. Στις καρτέλες που αφορούν τους ρύπους PM₁₀ & PM_{2.5} υπολογίζεται ο μέσος όρος των τιμών με βάση δύο κριτήρια: Πρώτον, η τιμή να είναι έγκυρη “>=0” και δεύτερον η στήλη της ημέρας στην ίδια γραμμή με το εξεταζόμενο κελί να έχει την ίδια τιμή με την ημέρα της εβδομάδας π.χ. ΔΕΥΤΕΡΑ. Για κάθε ημέρα της εβδομάδος στο σύνολο των σταθμών υπολογίζεται η τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Στους υπόλοιπους ρύπους, αρχικώς υπολογίζεται η ημερήσια μέση τιμή στην ίδια γραμμή με τις αντίστοιχες 24-ωρες τιμές και στην συνέχεια εφαρμόζουμε τα ίδια κριτήρια όπως και στις καρτέλες των PM₁₀ & PM_{2.5}.

3.4.9 Υπολογισμός εποχικής διακύμανσης

Θεωρώντας ότι η ημερήσια μέση τιμή είναι υπολογισμένη για το σύνολο των ρύπων μπορεί να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός της εποχιακής διακύμανσης. Ως εποχιακή διακύμανση θεωρούμε στο κύκλο ενός τυπικού έτους, του εξεταζόμενου χρονικού διαστήματος, την μέση μηνιαία τιμή.

Στην βάση δεδομένων για την Ε.Π.Α το χρονικό διάστημα 2001-2015 διαμορφώνεται ένας πίνακας με πρώτη στήλη τα ονόματα των μηνών του έτους και οι παράπλευρες στήλες αφορούν το κάθε σταθμό καταγραφής. Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μέσης διαχρονικής μηνιαίας τιμής η εντολή “Averageifs” και κριτήρια είναι πρώτον, η μέση ημερήσια τιμή να είναι έγκυρη “>=0” και δεύτερον, το όνομα στην στήλη «ΜΗΝΑΣ» που βρίσκεται στην ίδια γραμμή με την ημερήσια τιμή συγκέντρωσης να είναι ίδιο με το όνομα του μήνα που εξετάζεται. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε Μήνα και σταθμό του πίνακα των υπολογισμών.

3.4.10 Υπολογισμός διαχρονικής διακύμανσης

Από τον υπολογισμό της διαχρονικής διακύμανσης ή διαχρονικής εξέλιξης της ρύπανσης σκοπός είναι η εξέταση των μεταβολών που οφείλονται σε παράγοντες που μεταβάλλονται με αργό ρυθμό και σχετικά δύσκολα. Παράδειγμα, η μείωση της κίνησης των οχημάτων λόγω της οικονομικής ύφεσης ή η μείωση των συγκεντρώσεων λόγω της χρήσης των καταλυτικών μετατροπέων κ.α. (Τριανταφύλλου, 2017)

Η διαχρονική διακύμανση είναι η πορεία των μέσων ετήσιων τιμών, για κάθε σταθμό, στο σύνολο του χρονικού διαστήματος που εξετάζεται. Στην εργασία αυτή το χρονικό διάστημα αναφοράς είναι το 2001-2015.

Για τον υπολογισμό, με παρόμοιο τρόπο με τους προηγούμενους υπολογισμούς δημιουργείται ένας πίνακας με πρώτη στήλη τα εξεταζόμενα έτη και οι υπόλοιπες στήλες αντιστοιχούν στην μέση ετήσια τιμή ανά σταθμό. Η εντολή που χρησιμοποιείται είναι η “Averageifs” και τα κριτήρια είναι πρώτον, η ημερήσια μέση τιμή να είναι έγκυρη “>=0” και η τιμή της στήλης “ΕΤΟΣ” στην ίδια γραμμή με την εξεταζόμενη τιμή να είναι όμοια με την τιμή του εξεταζόμενου έτους. Οι πίνακες διαμορφώνονται ανά ρύπο.

Κεφάλαιο 4ο Στατιστική επεξεργασία και ανάλυση των ατμοσφαιρικών ρύπων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα στατιστικά στοιχεία που υπολογίζονται μέσω της βάσεως δεδομένων ατμοσφαιρικής ρύπανσης για την Ε.Π.Α που αφορούν:

- α) την συμμόρφωση με τα νομοθετημένα όρια για τη ποιότητα της ατμόσφαιρας &
- β) την μελέτη της χρονικής και χωρικής διακύμανσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

4.1 Διοξείδιο του θείου SO₂

Στη βάση δεδομένων υπάρχει καταγραφή ωριαίων συγκεντρώσεων για το διοξείδιο του θείου σε έξι σταθμούς. Οι σταθμοί που έχει πραγματοποιηθεί καταγραφή είναι: α) Αθηνάς β) Ελευσίνα γ) Νέα Σμύρνη δ) Περιστερί ε) Πειραιάς-1 & στ) Περιστερί. Έπειτα, για την χρονική περίοδο 2001-2015 πραγματοποιείται επεξεργασία των ωριαίων συγκεντρώσεων προς τα θεσμοθετημένα όρια συγκεντρώσεων βάση των Ευρωπαϊκών οδηγιών 1999/30/EK και 2008/50/EK. Επιπλέον, παρουσιάζεται η μέση ημερήσια (ανά ώρα), εβδομαδιαία (ανά ημέρα) & εποχιακή (ανά μήνα) διακύμανση των ωριαίων συγκεντρώσεων καθώς, και η διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων συγκεντρώσεων.

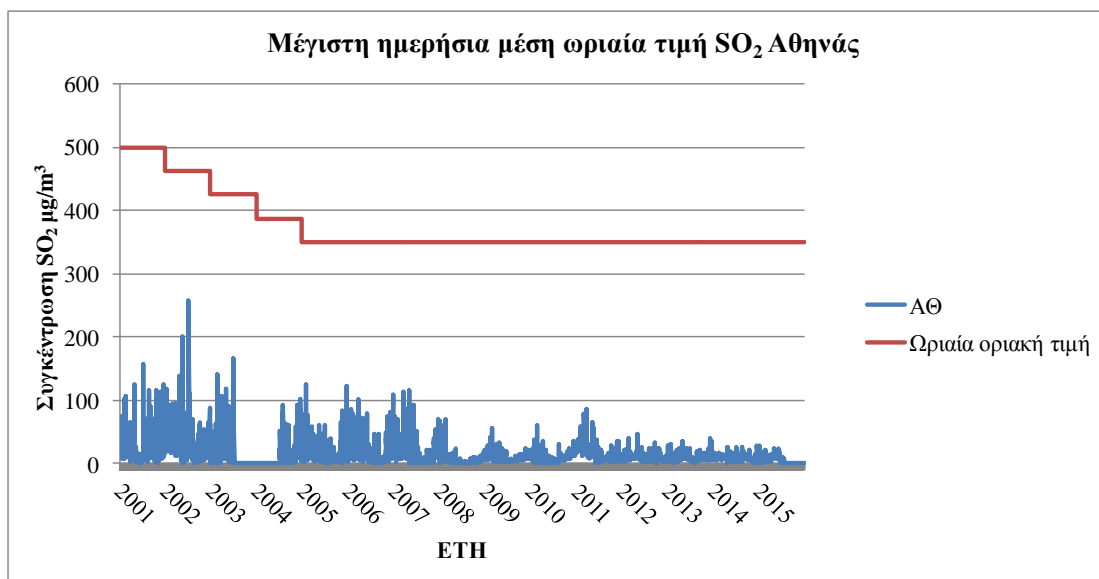
4.1.1 Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το SO₂

Στο μέρος αυτό θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα που αφορούν την συμμόρφωση με τα κριτήρια τις ποιότητας της ατμόσφαιρας όπως αυτά καθορίζονται από την Εθνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το SO₂.

4.1.1.1 Διαγράμματα μέγιστης ημερήσιας ωριαίας μέσης τιμής SO₂

Στα διαγράμματα αυτά για κάθε σταθμό μέτρησης του ρύπου SO₂ πραγματοποιείτε σύγκριση της μέγιστης ημερήσιας ωριαίας μέσης τιμής με την οριακή τιμή της μέσης ωριαίας τιμής. Σύμφωνα, με το πίνακα 2.4 της παρούσας εργασίας και το πίνακα β του παραρτήματος XI της Ευρωπαϊκής οδηγίας 2008/50/EK, η ωριαία οριακή τιμή συγκέντρωσης διοξειδίου του θείου SO₂ είναι 350μg/m³. Το όριο για το έτος 2001 προσαυξάνεται κατά 150μg/m³ (43%) ενώ τα ακόλουθα έτη η προβλεπόμενη προσαύξηση μειώνεται ισόποσα έως το έτος 2005 όπου το όριο ανοχής είναι 0% και η οριακή τιμή συγκέντρωσης παραμένει σταθερή

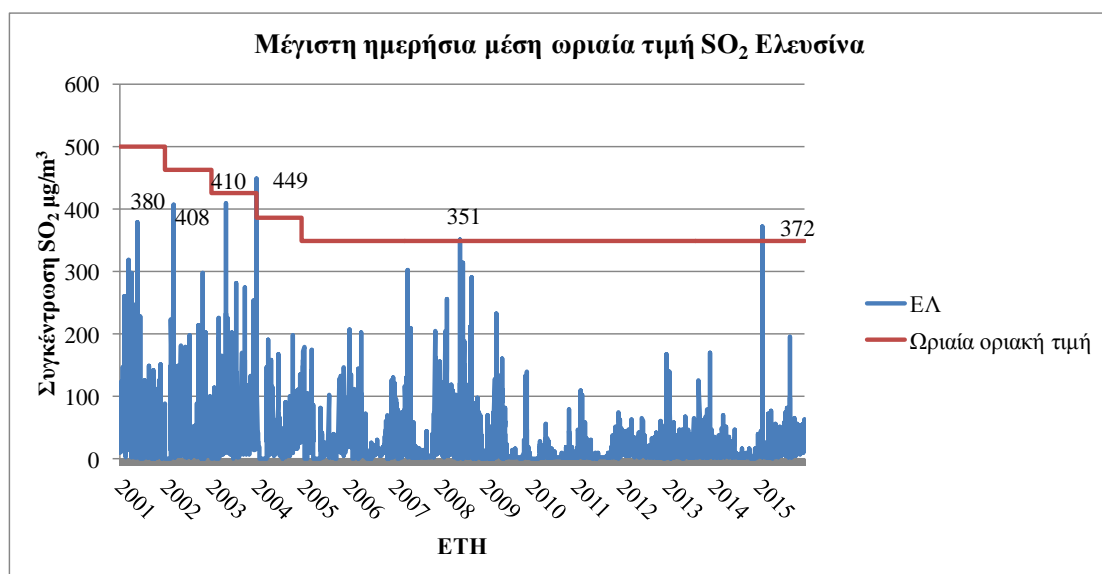
(350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Τα διαγράμματα σκοπό έχουν την διερεύνηση των αιχμών ρύπανσης και των υπερβάσεων διαχρονικά.



Διάγραμμα 0-1 Μέγιστη ημερήσια τιμή SO₂ σταθμού Αθήνα για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

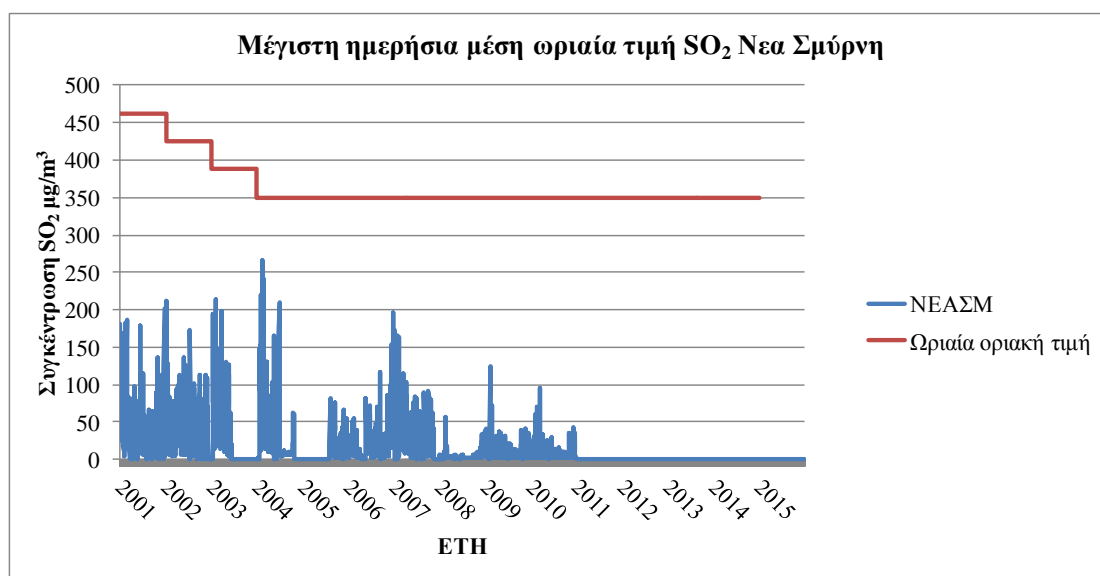
Σύμφωνα με το διάγραμμα 4-1 στο σταθμό Αθηνάς παρατηρείται χαμηλή μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή συγκέντρωσης του SO₂. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η οδός Αθηνάς βρίσκεται στο κέντρο της Πρωτεύουσας και απομακρυσμένη από βιομηχανικές μονάδες παραγωγής που αποτελούν πηγές SO₂.



Διάγραμμα 0-2 Μέγιστη ημερήσια τιμή SO₂ σταθμού Ελευσίνα για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

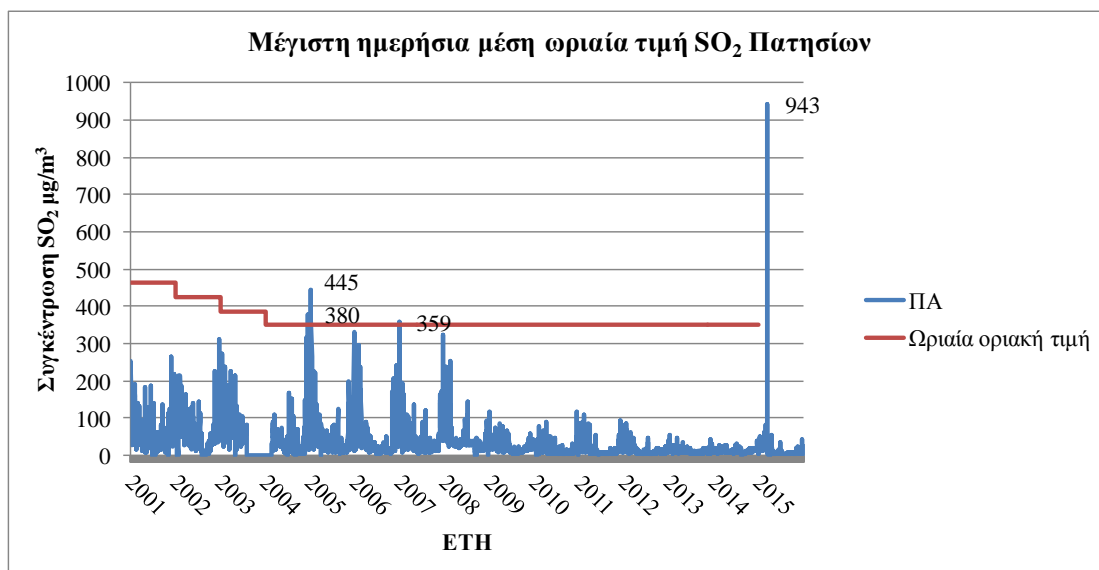
Στο σταθμό Ελευσίνας παρουσιάζονται υπερβάσεις της ωριαίας οριακής τιμής $350\mu\text{g}/\text{m}^3$ συνολικά 7 φορές και του ορίου ανοχής 3 φορές για το συνολικό χρονικό διάστημα 2001-2015. Οι υπερβάσεις καταγράφονται τις ώρες που λειτουργούν οι βιομηχανικές μονάδες της περιοχής, στις οποίες οφείλεται πιθανότερα η ύπαρξη των υψηλών συγκεντρώσεων. Διαχρονικά παρατηρείται μείωση των επιπέδων συγκέντρωσης SO_2 .



Διάγραμμα 0-3 Μέγιστη ημερήσια τιμή SO_2 σταθμού Νεα Σμύρνη για το χρονικό διάστημα 2001-2010

Σχόλια-Παρατηρήσεις

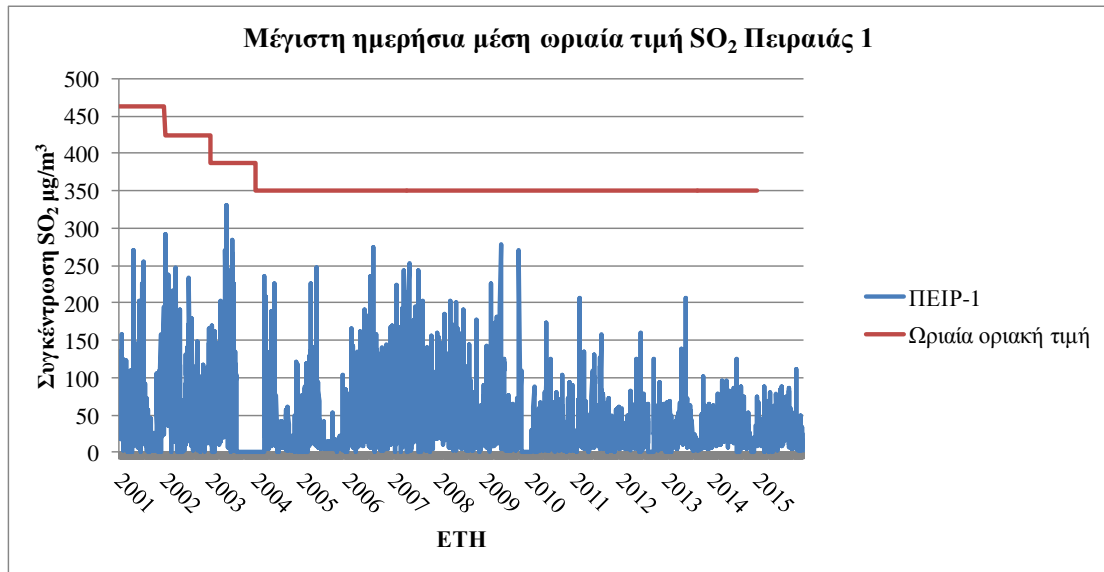
Στο σταθμό Νέα Σμύρνη διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO_2 . Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων. Ο σταθμός δεν έχει μετρήσεις του ρύπου μετά το 2010.



Διάγραμμα 0-4 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Πατησίων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

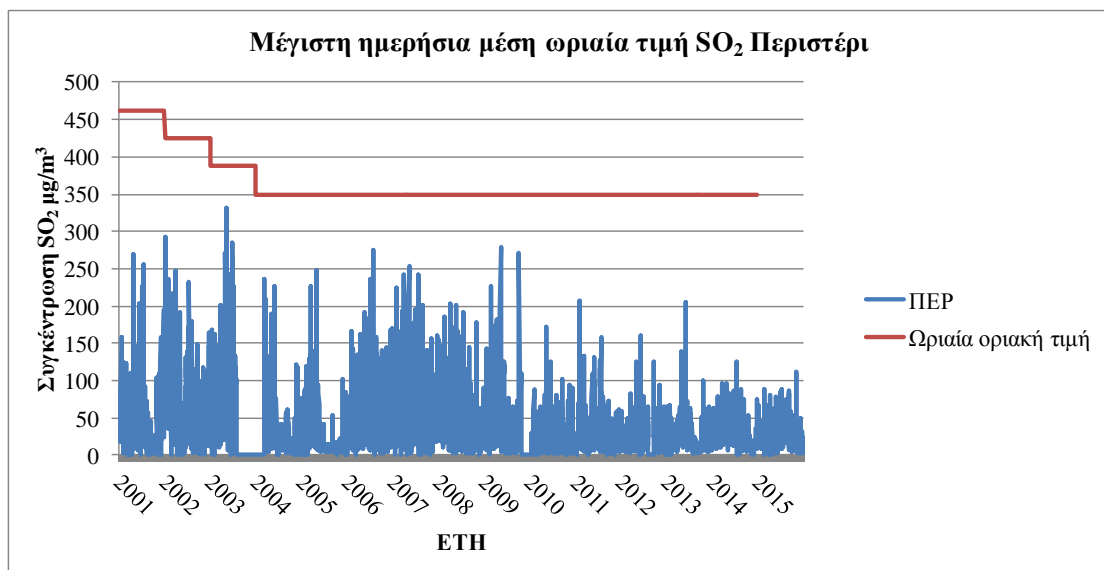
Στο σταθμό Πατησίων διαπιστώνεται γενικότερη συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂, με εξαίρεση τα έτη 2005, 2006 και 2015 όπου καταγράφεται υπέρβαση του ορίου. Οι μεγαλύτερες υπερβάσεις καταγράφονται τις 16/3/15 943µg/m³, οι οποίες υπερβαίνουν και το όριο συναγερμού των 500 µg/m³, όπως αυτό ορίζεται στο πίνακα Α Παράρτημα ΧΙΙ της οδηγίας πλαίσιο 2008/50/ΕΚ. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων.



Διάγραμμα 0-5 Μέγιστη ημερήσια τιμή SO₂ σταθμού Πειραιάς-1 για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Πειραιάς-1 διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων.



Διάγραμμα 0-6 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Περιστέρι για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

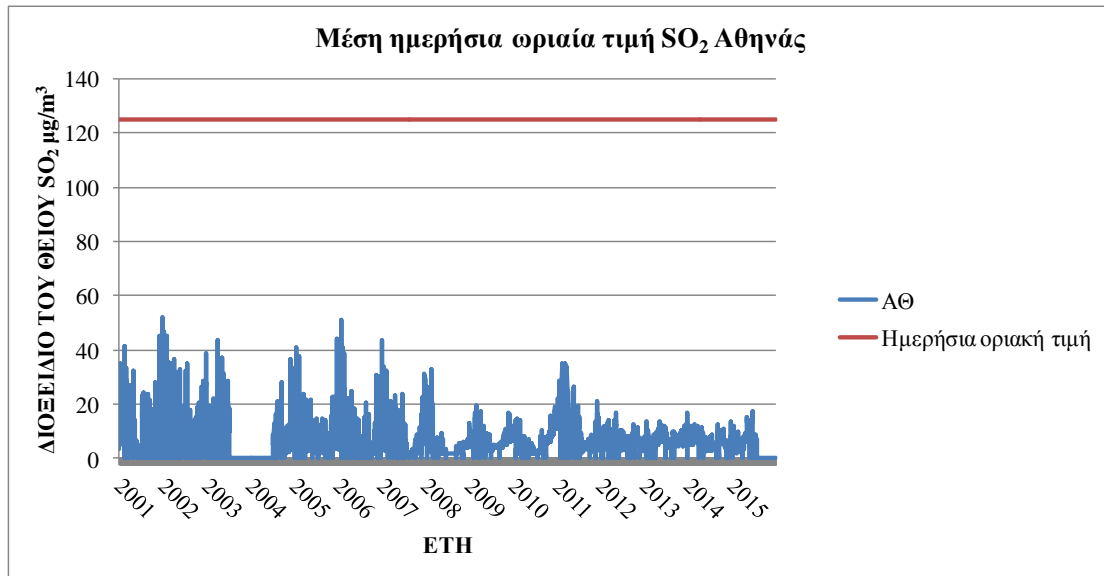
Στο σταθμό Περιστέρι διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών για τους έξι σταθμούς (Αθηνάς, Ελευσίνας, Νέας Σμύρνης, Πατησίων, Πειραιάς-1, Περιστέρι) που καταγράφουν το ρύπο SO₂ παρατηρείται υπέρβαση τις οριακής τιμής μόνο σε δύο σταθμούς, Ελευσίνα (περιαστικός-βιομηχανικός) & Πατησίων (αστικός-κυκλοφορίας). Ειδικότερα στο σταθμό Πατησίων καταγράφονται 2 υπερβάσεις του ορίου συναγεμμού 500μg/m³ το έτος 2015. Επίσης, στους σταθμούς Αθηνάς, Πατησίων & Πειραιάς-1 στο έτος 2003 παρατηρούμε ότι οι ωριαίες μετρήσεις καλύπτουν ποσοστό μικρότερο του 50% των συνολικών ωρών του έτους και τα δεδομένα για αυτή την περίοδο κρίνονται ως μη αντιπροσωπευτικά. Γενικότερα, οι μέγιστες μέσες ωριαίες συγκεντρώσεις ανά ημέρα παρουσιάζουν πτωτική τάση διαχρονικά ενώ το μεγαλύτερο μέρος του έτους βρίσκονται αρκετά χαμηλότερα της μέσης ωριαίας οριακής τιμής.

4.1.1.2 Διαγράμματα μέσης ημερήσιας ωριαίας τιμής

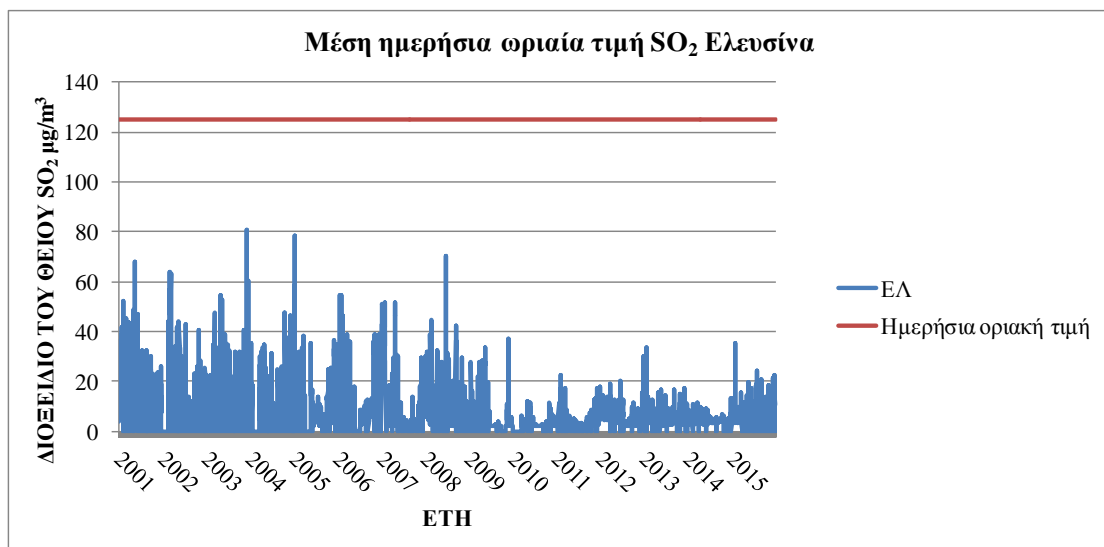
Στα διαγράμματα αυτά στους έξι εξεταζόμενους σταθμούς μέτρησης του ρύπου SO₂ πραγματοποιείτε σύγκριση της μέσης ημερήσιας ωριαίας μέσης τιμής με την αντίστοιχη οριακή τιμή που προβλέπεται από τον πίνακα 2.4. Τα διαγράμματα σκοπό έχουν την διερεύνηση των αιχμών ρύπανσης και των υπερβάσεων διαχρονικά.



Διάγραμμα 0-7 Μέση ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Αθηνάς για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

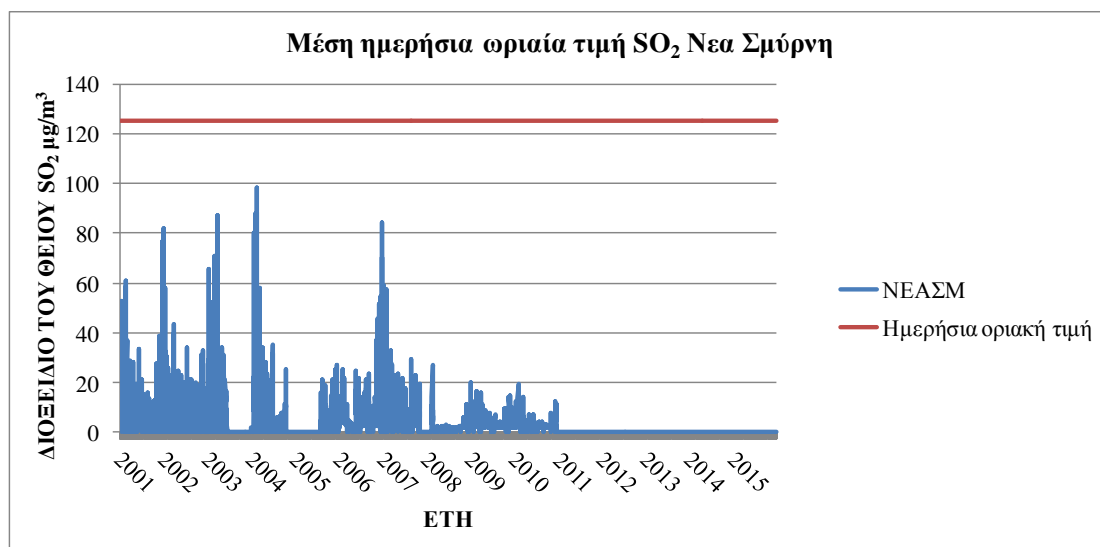
Από το διάγραμμα 4-7 για το σταθμό Αθηνάς παρατηρείται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων.



Διάγραμμα 0-8 Μέση ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Ελευσίνα για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

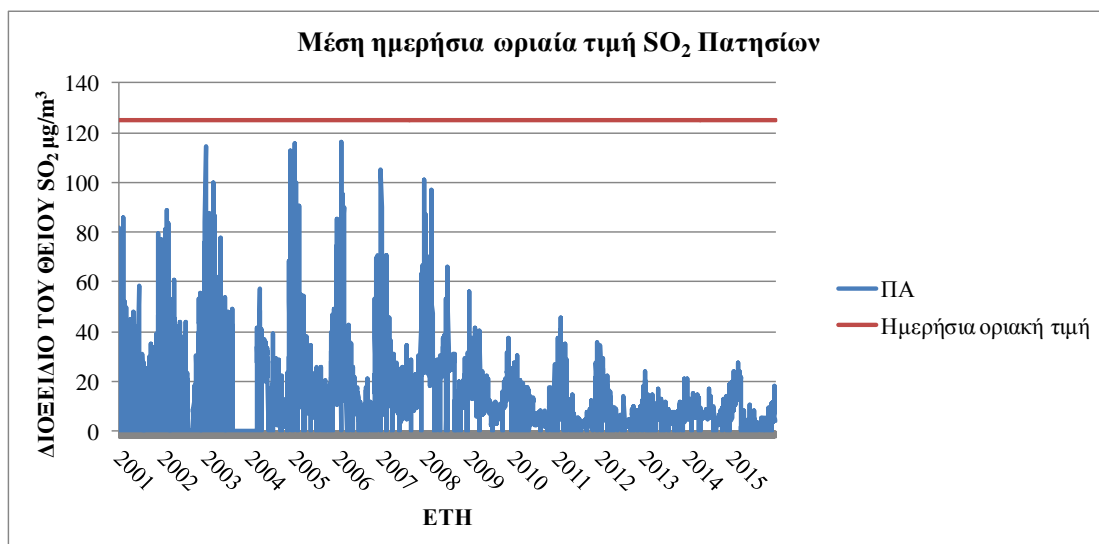
Στο σταθμό Ελευσίνα διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων.



Διάγραμμα 0-9 Μέση ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Νεα Σμύρνη για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

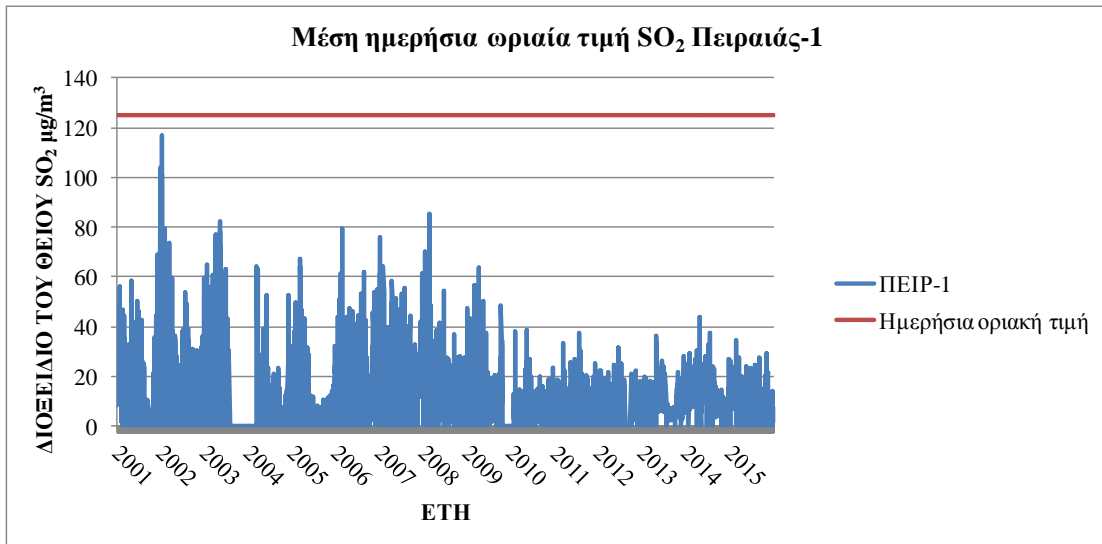
Στο σταθμό Νέα Σμύρνη διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων. Ο σταθμός δεν πραγματοποίησε μετρήσεις του ρύπου μετά το 2010.



Διάγραμμα 0-10 Μέση ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Πατησίων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

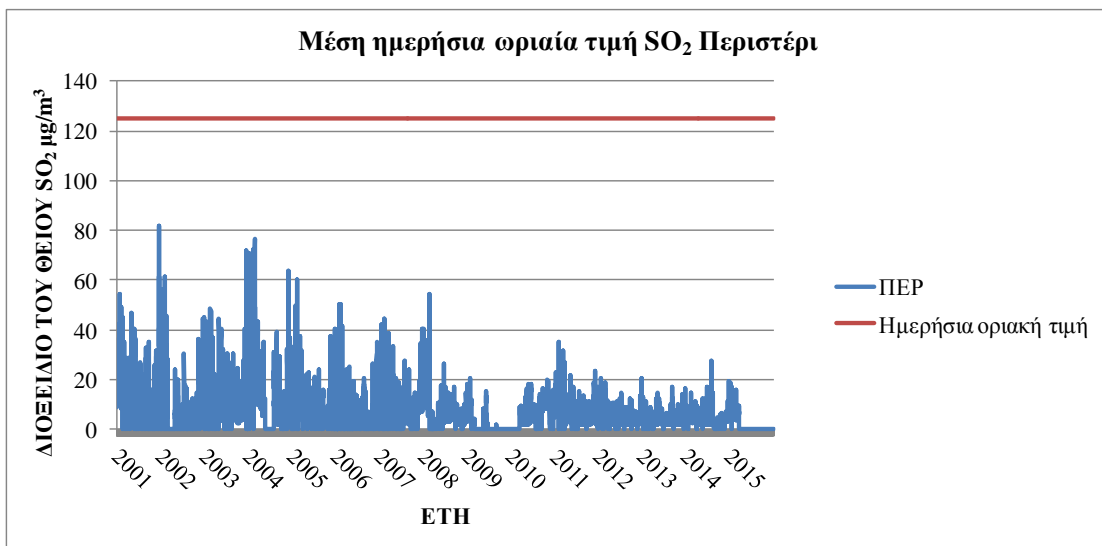
Στο σταθμό Πατησίων διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Το χρονικό διάστημα 2001 έως 2006 παρατηρούνται υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης το οποίο οφείλεται στην κυκλοφορία των οχημάτων στο κέντρο της πόλης. Έπειτα, παρατηρείται σταθεροποίηση και μικρή μείωση των συγκεντρώσεων την περίοδο 2005-2008. Στη συνέχεια από το 2009 καταγράφεται πολύ σημαντική μείωση των συγκεντρώσεων. Αυτές οι πτώσεις στα επίπεδα συγκέντρωσης συμπίπτει χρονικά με την μείωση της περιεκτικότητας του θείου στο diesel κίνησης και στην αμόλυβδη βενζίνη στα 50 ppm από την 1/1/2005 και από την 1/1/2009 μείωση στα 10 ppm (Χρονόπουλος 2005). Επίσης, στην μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου (SO₂) συμβάλει η λειτουργία του Μετρό, ενώ η ιδιαίτερη πτωτική τάση μετά το 2008 μπορεί να αποδοθεί και στον περιορισμό της κυκλοφορίας των οχημάτων λόγω της οικονομικής κρίσης.



Διάγραμμα 0-11 Μέση ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Πειραιάς-1 για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Πειραιάς-1 διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων.



Διάγραμμα 0-12 Μέση ημερήσια μέση ωριαία τιμή SO₂ σταθμού Περιστέρι για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Περιστερί διαπιστώνεται συμμόρφωση ως προς τις οριακές τιμές για την ωριαία μέση τιμή του SO₂. Επίσης, διαπιστώνεται η γενικότερη μείωση διαχρονικά των συγκεντρώσεων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Για το σύνολο των σταθμών δεν παρατηρείται υπέρβαση της μέσης ημερήσιας ωριαίας τιμής για το χρονικό διάστημα 2001-2015, επομένως δεν θα εξετάσουμε στην συνέχεια εάν υπάρχει συμμόρφωση προς το πλήθος το επιτρεπτών υπερβάσεων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σταθμός Ελευσίνα, ο οποίος ενώ παρουσιάζει υπερβάσεις της μέγιστης ωριαίας τιμής παράλληλα καταγράφει χαμηλά επίπεδα μέσης ημερήσιας συγκέντρωσης. Γενικότερα παρατηρείται φθίνουσα πορεία των μέσων ημερήσιων ωριαίων τιμών των σταθμών.

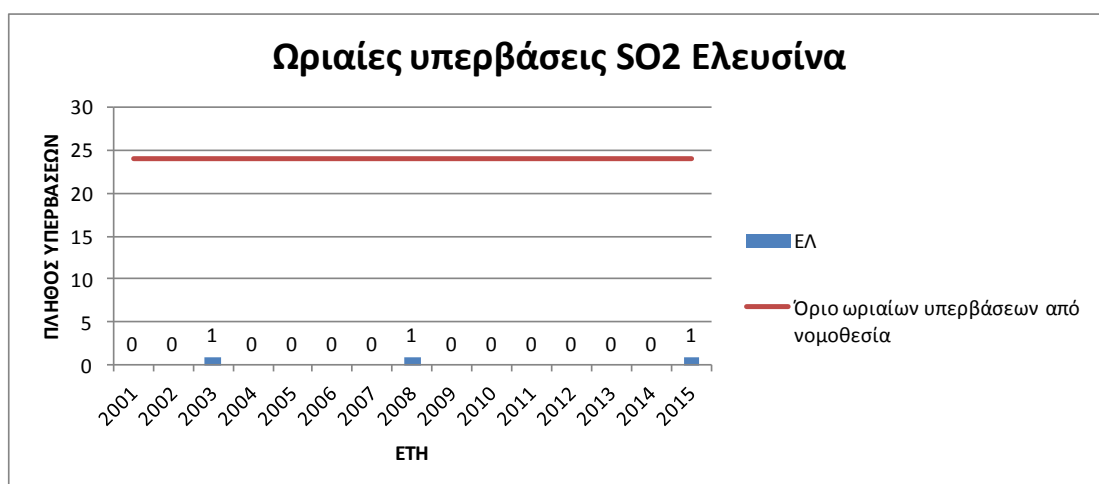
4.1.1.3 Υπερβάσεις μέσης ωριαίας τιμής

Στο υπό-κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι υπερβάσεις μέσης ωριαίας οριακής τιμής SO₂ ανά έτος που πραγματοποιήθηκαν για τα έτη 2001-2015. Αρχικά, στον πίνακα 4.1 αποτυπώνεται το σύνολο το καταγεγραμμένων υπερβάσεων ανά σταθμό και συνολικά και στην συνέχεια μόνο για τους σταθμούς που καταγράφηκαν υπερβάσεις υπάρχει διάγραμμα σύγκρισης του πλήθους των υπερβάσεων με το ετήσιο όριο υπερβάσεων.

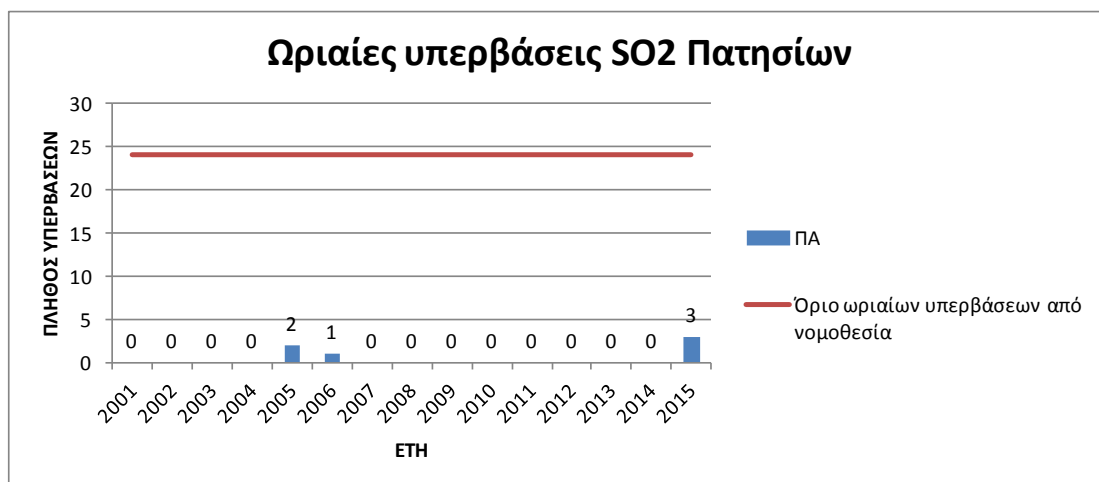
Υπερβάσεις μέσης ωριαίας οριακής τιμής							
Έτος/ Σταθμός	ΑΘ	ΕΛ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ	ΣΥΝΟΛΟ
2001	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	1	0	0	0	0	1
2004	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	2	0	0	2
2006	0	0	0	1	0	0	1
2007	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	1	0	0	0	0	1
2009	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	1	0	3	0	0	4

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Υπερβάσεις καταγράφονται μόνο σε δυο σταθμούς, Ελευσίνα και Πατησίων. Το σύνολο των υπερβάσεων είναι πάντοτε μικρότερο από το όριο των 24 υπερβάσεων ανά έτος που προβλέπεται από την νομοθεσία.



Διάγραμμα 0-13 Ωριαίες υπερβάσεις SO₂ ανά έτος για τον σταθμό Ελευσίνα για το χρονικό διάστημα 2001-2015



Διάγραμμα 0-14 Ωριαίες υπερβάσεις SO₂ ανά έτος για τον σταθμό Πατησίων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

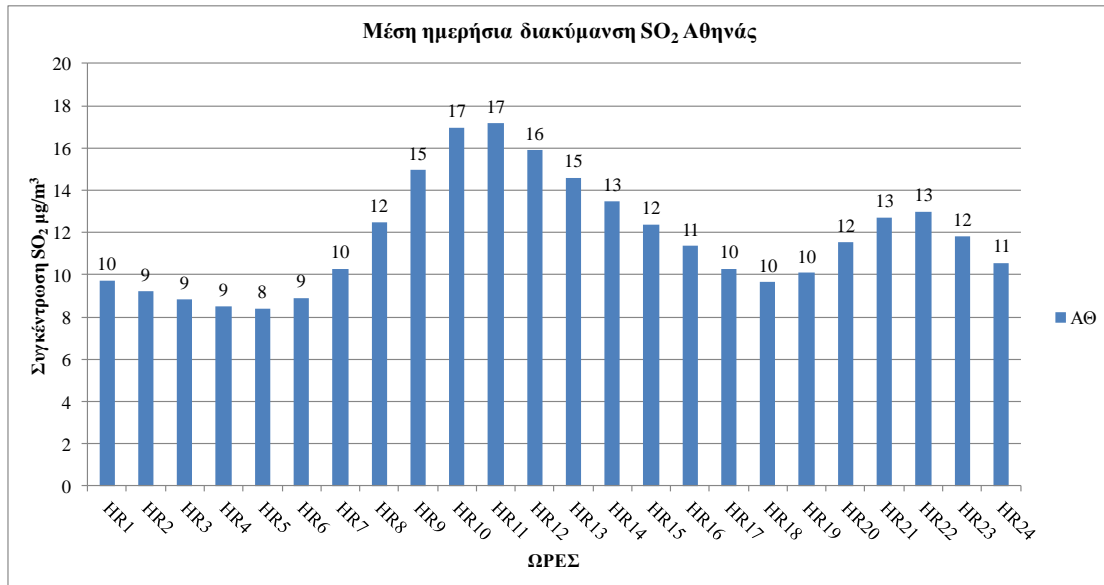
Παρατηρούμε ότι οι υπερβάσεις είναι πολύ λιγότερες από το ετήσιο επιτρεπτό όριο των 24 υπερβάσεων ανά ημερολογιακό έτος το οποίο ορίζεται από την Κοινοτική οδηγία 2008/50/ΕΚ. Επίσης, παρατηρείτε ότι υπερβάσεις καταγράφηκαν σε δυο διαφορετικών τύπων σταθμούς (περιαστικός-βιομηχανικός/ Ελευσίνα) και (αστικός-κυκλοφορίας/ Πατησίων) σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Τέλος, παρατηρείται αύξηση των υπερβάσεων το 2015 έπειτα από έξι έτη χωρίς υπέρβαση.

4.1.2 Στατιστικά στοιχεία χρονικής διακύμανσης για το SO₂

Στο υπο-κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα που αφορούν την ημερήσια, εβδομαδιαία, ετήσια και διαχρονική διακύμανση του SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.

4.1.2.1 Μέση ημερήσια διακύμανση SO₂

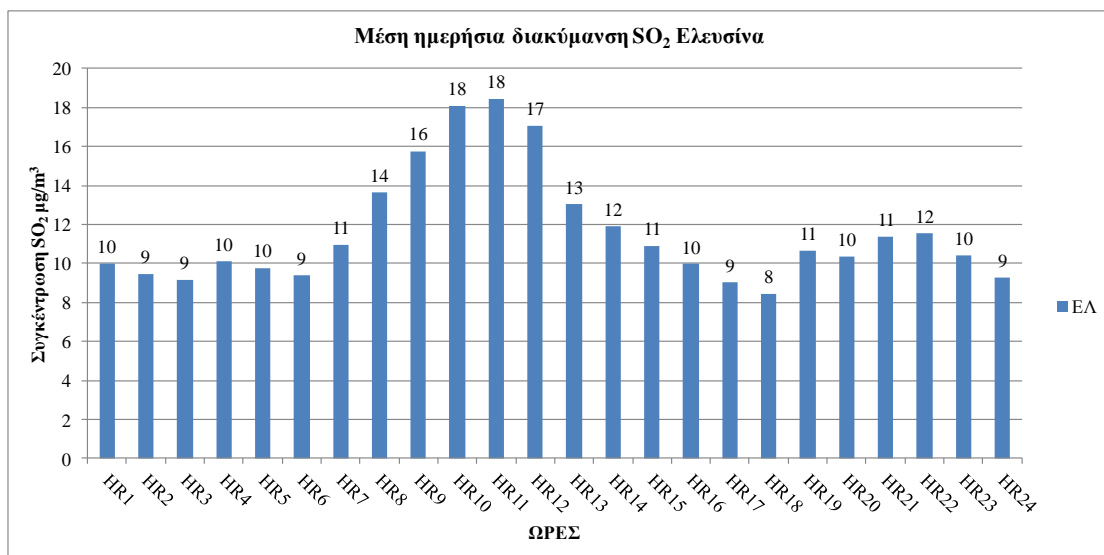
Στον πίνακα 4-2 και στα διαγράμματα 4-15 έως 4-20 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων SO₂ για κάθε ώρα του εικοσιτετραώρου.



Διάγραμμα 0-15 Διάγραμμα μέσης ημερήσιας διακύμανσης μέσω ωριαίων τιμών SO₂ για τον σταθμό Αθηνάς για την χρονική περίοδο 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

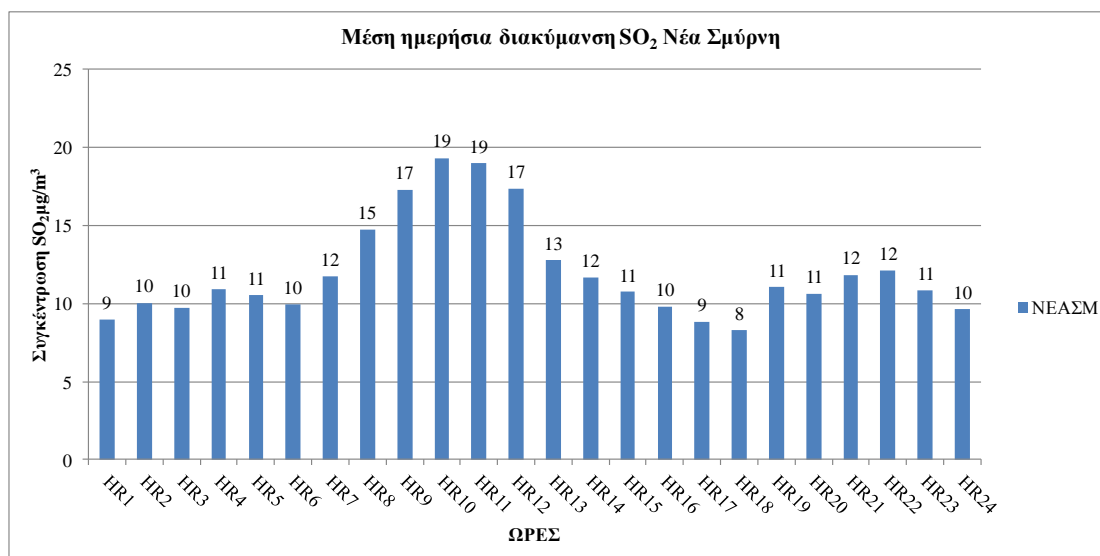
Στο σταθμό Αθηνάς καταγράφονται αυξημένες μέσες ημερήσιες τιμές μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων για τα χρονικά διαστήματα 08:00 – 15:00, με μέγιστη τιμή τις 11:00 και 21:00-22:00.



Διάγραμμα 0-16 Διάγραμμα μέσης ημερήσιας διακύμανσης μέσω ωριαίων τιμών SO₂ για τον σταθμό Ελευσίνα για την χρονική περίοδο 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

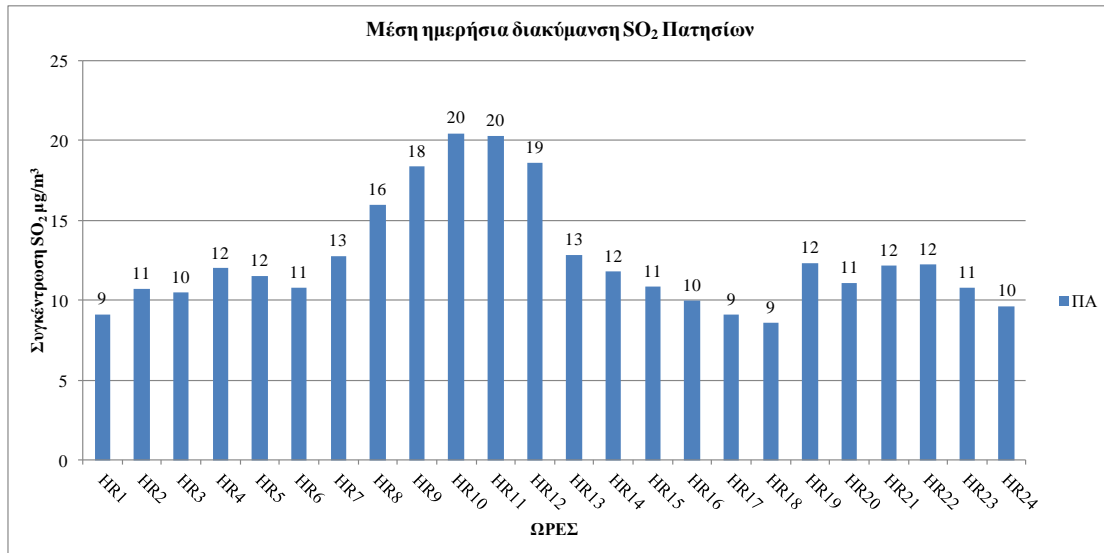
Στο σταθμό Ελευσίνα καταγράφονται αυξημένες μέσες ημερήσιες τιμές μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων για τα χρονικά διαστήματα 07:00 – 15:00, με μέγιστη τιμή τις 11:00 και 19:00-22:00 με μέγιστη τιμή τις 22:00.



Διάγραμμα 0-17 Διάγραμμα μέσης ημερήσιας διακύμανσης μέσων ωριαίων τιμών SO₂ για τον σταθμό Νέα Σμύρνη την χρονική περίοδο 2001-2010

Σχόλια-Παρατηρήσεις

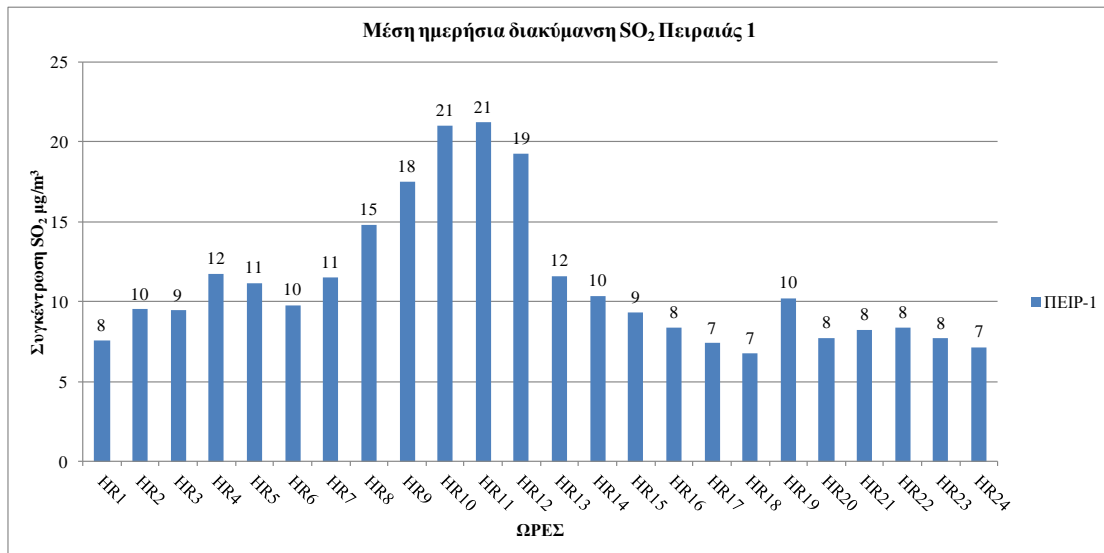
Στο σταθμό Νέα Σμύρνη καταγράφονται αυξημένες μέσες ημερήσιες τιμές μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων για τα χρονικά διαστήματα 07:00 – 15:00, με μέγιστη τιμή τις 10:00 και 19:00-23:00 με μέγιστη τιμή τις 22:00. Οι μετρήσεις αφορούν το χρονικό διάστημα 2001-2010.



Διάγραμμα 0-18 Διάγραμμα μέσης ημερήσιας διακύμανσης μέσω ωριαίων τιμών SO₂ για τον σταθμό Πατησίων την χρονική περίοδο 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Νέα Σμύρνη καταγράφονται αυξημένες μέσες ημερήσιες τιμές μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων για τα χρονικά διαστήματα 07:00 – 14:00, με μέγιστη τιμή τις 10:00 και 19:00-22:00.

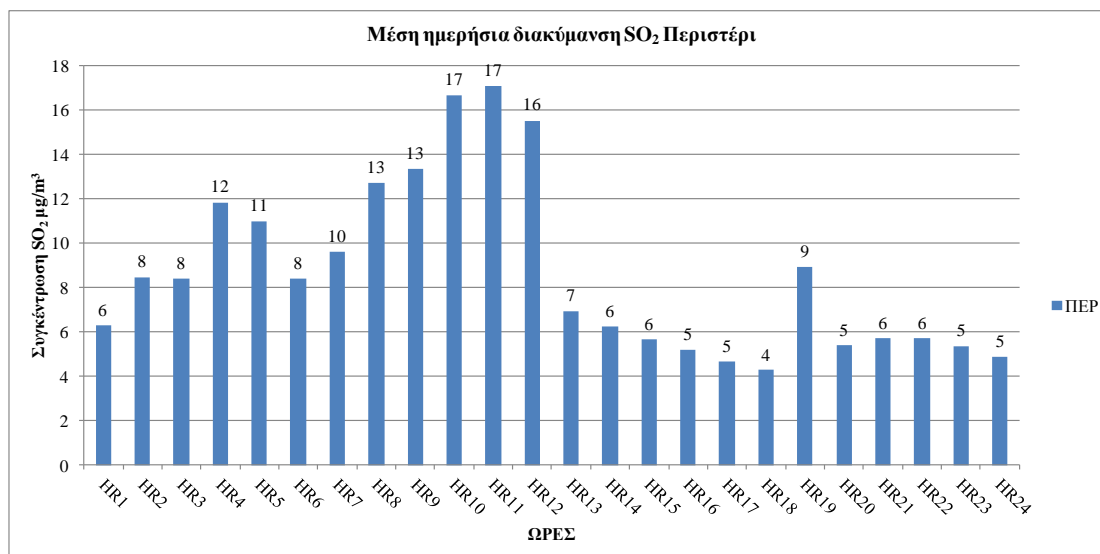


Διάγραμμα 0-19 Διάγραμμα μέσης ημερήσιας διακύμανσης μέσω ωριαίων τιμών SO₂ για τον σταθμό Πειραιάς-1 την χρονική περίοδο 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Πειραιάς-1 καταγράφονται αυξημένες μέσες ημερήσιες τιμές μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 08:00 – 13:00, με μέγιστη

τιμή στις 11:00. Επίσης υψηλές συγκεντρώσεις παρατηρούνται στα χρονικά διαστήματα 04:00-05:00 και στις 19:00



Διάγραμμα 0-20 Διάγραμμα μέσης ημερήσιας διακύμανσης μέσω ωριαίων τιμών SO₂ για τον σταθμό Περιστέρι την χρονική περίοδο 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Περιστέρι καταγράφονται αυξημένες μέσες ημερήσιες τιμές μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 08:00 – 12:00, με μέγιστη τιμή στις 11:00. Επίσης, αυξημένες συγκεντρώσεις καταγράφονται στο χρονικό διάστημα 04:00-05:00 και στις 19:00.

Ημερήσια διακύμανση						
Ωρα/Σταθμός	ΑΘ	ΕΛ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
HR1	10	10	9	9	7	6
HR2	9	9	10	11	10	8
HR3	9	9	10	10	9	8
HR4	9	10	11	12	12	12
HR5	8	10	11	12	11	11
HR6	9	9	10	11	10	8
HR7	10	11	12	13	11	9
HR8	12	14	15	16	15	13
HR9	15	16	17	18	18	13
HR10	17	18	19	20	21	17
HR11	17	18	19	20	21	17
HR12	16	17	17	19	19	16
HR13	15	13	13	13	12	7
HR14	13	12	12	12	10	6
HR15	12	11	11	11	9	6
HR16	11	10	10	10	8	5
HR17	10	9	9	9	7	5
HR18	10	8	8	9	7	4
HR19	10	11	11	12	10	9
HR20	12	10	11	11	8	5
HR21	13	11	12	12	8	6
HR22	13	12	12	12	8	6
HR23	12	10	11	11	8	5
HR24	11	9	10	10	7	5

Πίνακας 4-1 Πίνακας μέσων ημερήσιων τιμών ωριαίων συγκεντρώσεων SO₂

Σχόλια-Παρατηρήσεις

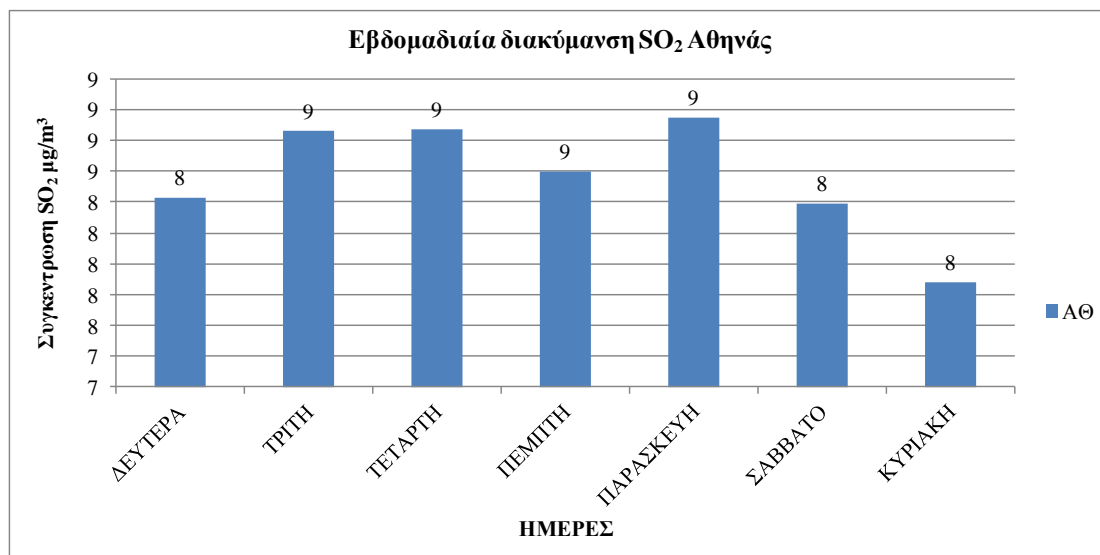
Οι ημερήσιοι μέση όροι αφορούν το χρονικό διάστημα 2001-2015 εκτός του σταθμού Νέα Σμύρνη που αφορά το διάστημα 2001-2010

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Η μέση ημερήσια διακύμανση του SO₂ κυρίως οφείλεται στην εκπομπή του από τις βιομηχανικές μονάδες παραγωγής που λειτουργούν τις πρωινές ώρες. Επίσης σημαντικά επηρεάζει και η κίνηση των οχημάτων τις πρωινές και τις βραδινές ώρες. Τα ανωτέρω επιβεβαιώνονται από την καταγεγραμμένη διακύμανση του SO₂ κατά την διάρκεια του εικοσιτετραώρου.

4.1.2.2 Εβδομαδιαία διακύμανση SO₂

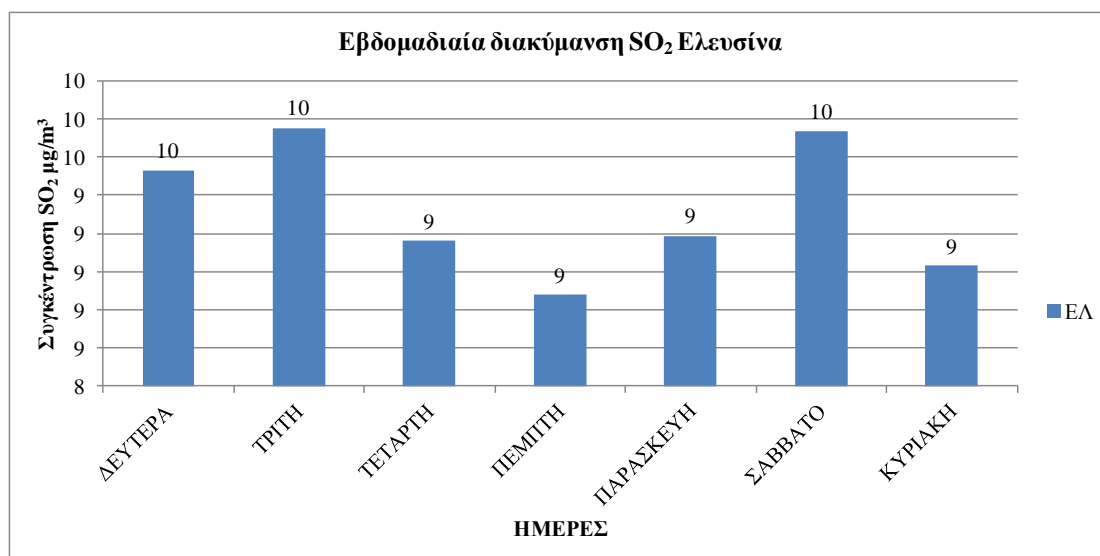
Στον πίνακα 4-3 και στα διαγράμματα 4-21 έως 4-26 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων SO₂ για κάθε ημέρα της εβδομάδος.



Διάγραμμα 0-21 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσων ημερήσιων τιμών SO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Αθηνάς

Σχόλια-Παρατηρήσεις

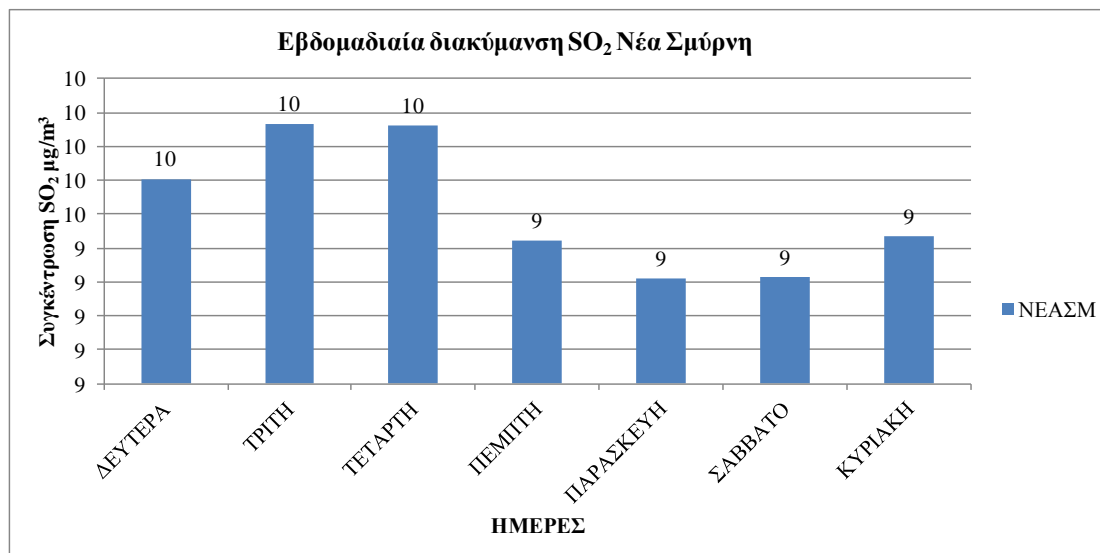
Οι υψηλότεροι ημερήσιοι μέση όροι SO₂ καταγράφονται τις ημέρες Τρίτη, Τετάρτη και Παρασκευή, για τον σταθμό Αθηνάς.



Διάγραμμα 0-22 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσων ημερήσιων τιμών SO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Ελευσίνα

Σχόλια-Παρατηρήσεις

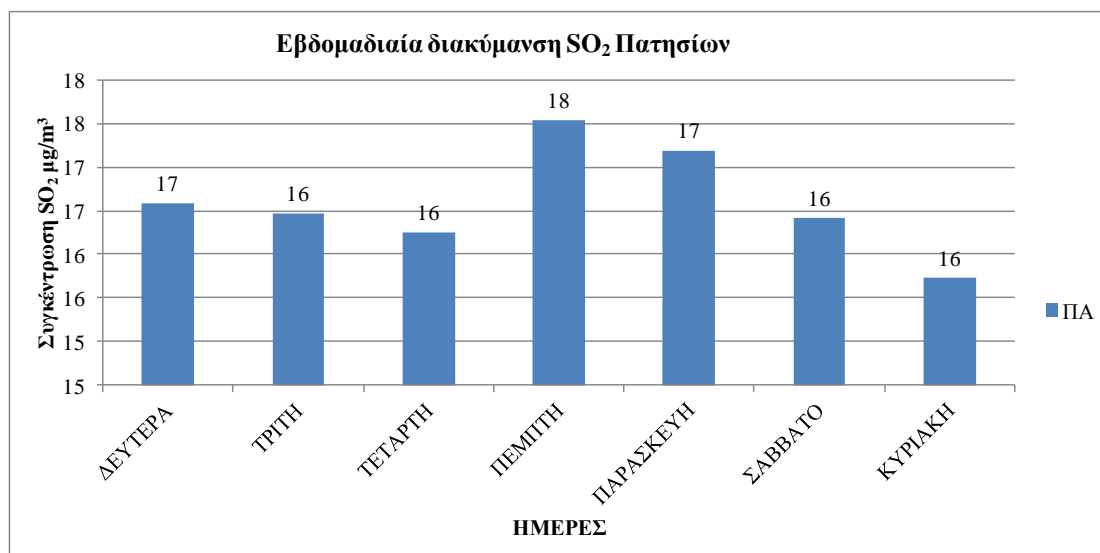
Οι υψηλότεροι ημερήσιοι μέση όροι SO₂ καταγράφονται τις ημέρες Δευτέρα, Τρίτη και Σάββατο, για τον σταθμό Ελευσίνα.



Διάγραμμα 0-23 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών SO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2010 για το σταθμό Νέα Σμύρνη

Σχόλια-Παρατηρήσεις

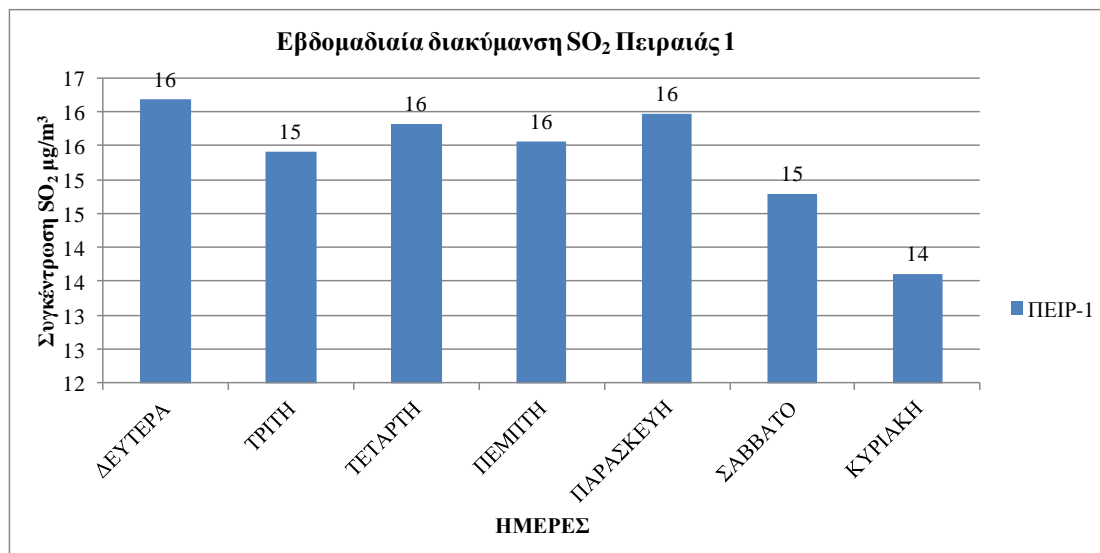
Οι υψηλότεροι ημερήσιοι μέση όροι SO₂ καταγράφονται τις ημέρες Τρίτη και Τετάρτη, για τον σταθμό Νέα Σμύρνη.



Διάγραμμα 0-24 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών SO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Πατησίων

Σχόλια-Παρατηρήσεις

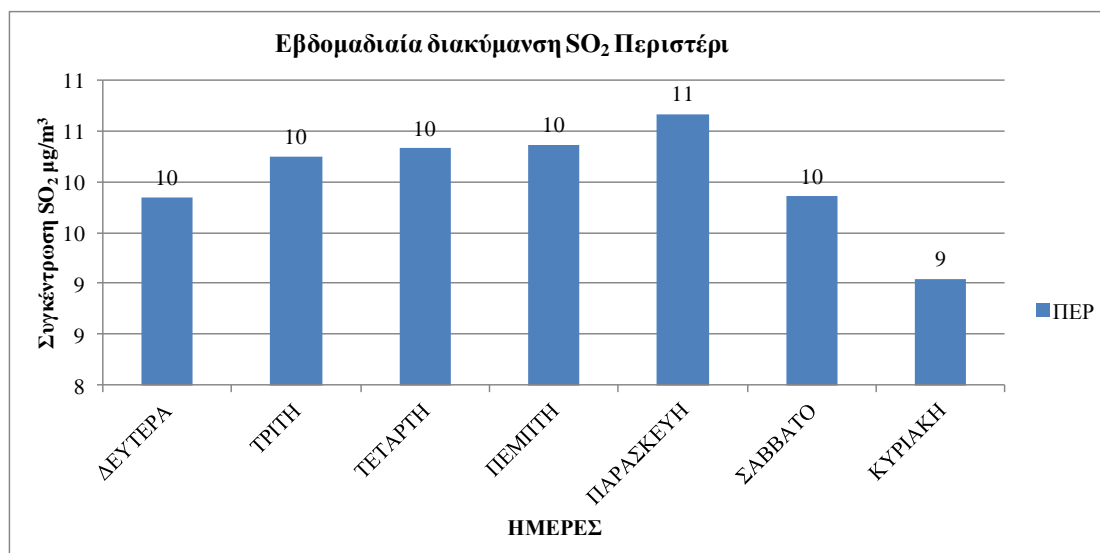
Οι υψηλότεροι ημερήσιοι μέση όροι SO₂ καταγράφονται τις ημέρες Δευτέρα, Πέμπτη και Παρασκευή, για τον σταθμό Πατησίων.



Διάγραμμα 0-25 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών SO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Πειραιάς-1

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Οι υψηλότεροι ημερήσιοι μέση όροι SO₂ καταγράφονται τις καθημερινές, για τον σταθμό Πειραιάς-1.



Διάγραμμα 0-26 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών SO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Περιστερί

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Οι υψηλότεροι ημερήσιοι μέση όροι SO₂ καταγράφονται τις καθημερινές, για τον σταθμό Περιστερί.

Εβδομαδιαία διακύμανση						
Ημέρα/ Σταθμός	ΑΘ	ΕΛ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
ΔΕΥΤΕΡΑ	8	10	10	17	16	10
ΤΡΙΤΗ	9	10	10	16	15	10
ΤΕΤΑΡΤΗ	9	9	10	16	16	10
ΠΕΜΠΤΗ	9	9	9	18	16	10
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	9	9	9	17	16	11
ΣΑΒΒΑΤΟ	8	10	9	16	15	10
ΚΥΡΙΑΚΗ	8	9	9	16	14	9

Πίνακας 4-2 Εβδομαδιαία διακύμανση SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

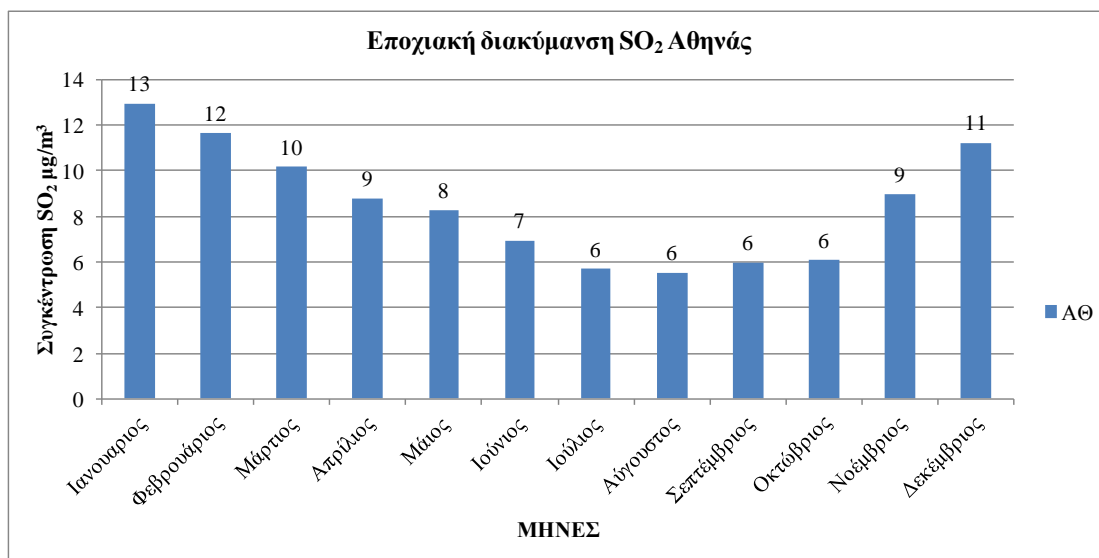
Οι ημερήσιοι μέση όροι αφορούν το χρονικό διάστημα 2001-2015 εκτός του σταθμού Νέα Σμύρνη που αφορά το διάστημα 2001-2010

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Η εβδομαδιαία διακύμανση για το SO₂ επηρεάζεται κυρίως από την κυκλοφορία των οχημάτων και έπειτα την βιομηχανική δραστηριότητα καθώς καταγράφονται υψηλότερες τιμές τις καθημερινές.

4.1.2.3 Εποχιακή διακύμανση

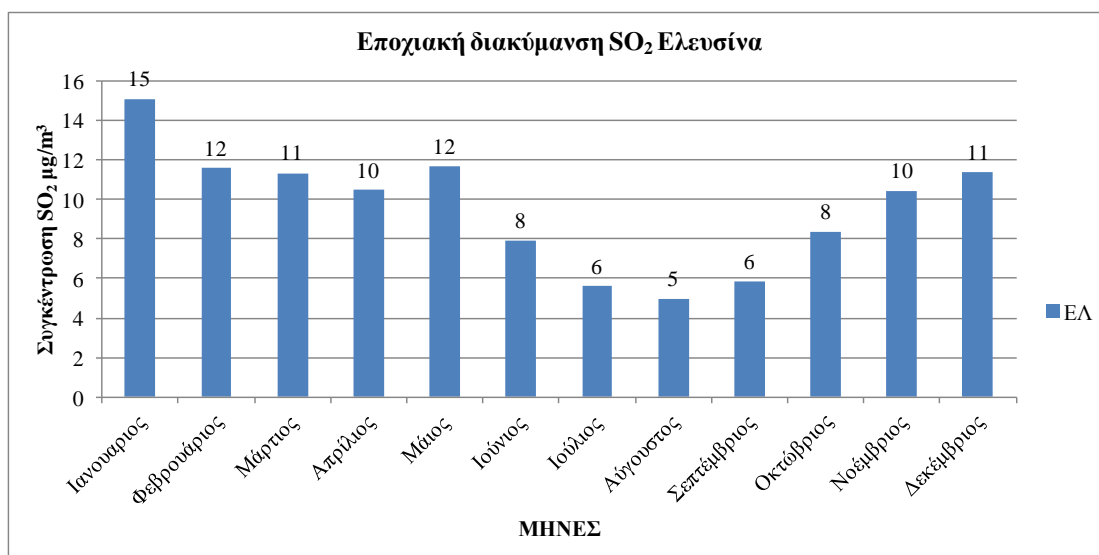
Στον πίνακα 4-4 και στα διαγράμματα 4-27 έως 4-32 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων SO₂ για κάθε μήνα του έτους.



Διάγραμμα 0-27 Εποχιακή διακύμανση SO₂ στον σταθμό Αθηνάς για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

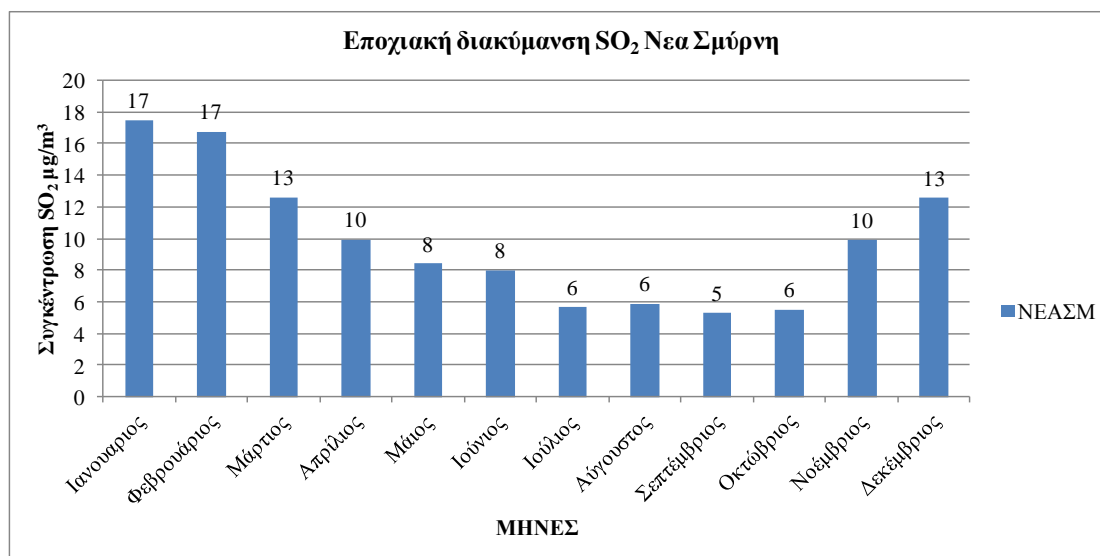
Στον σταθμό Αθηνάς οι συγκεντρώσεις του SO₂ καταγράφουν χαμηλότερες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και υψηλότερες κατά τους χειμερινούς. Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται τον Ιανουάριο και η χαμηλότερη τον Αύγουστο.



Διάγραμμα 0-28 Εποχιακή διακύμανση SO₂ για τον σταθμό Ελευσίνα για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

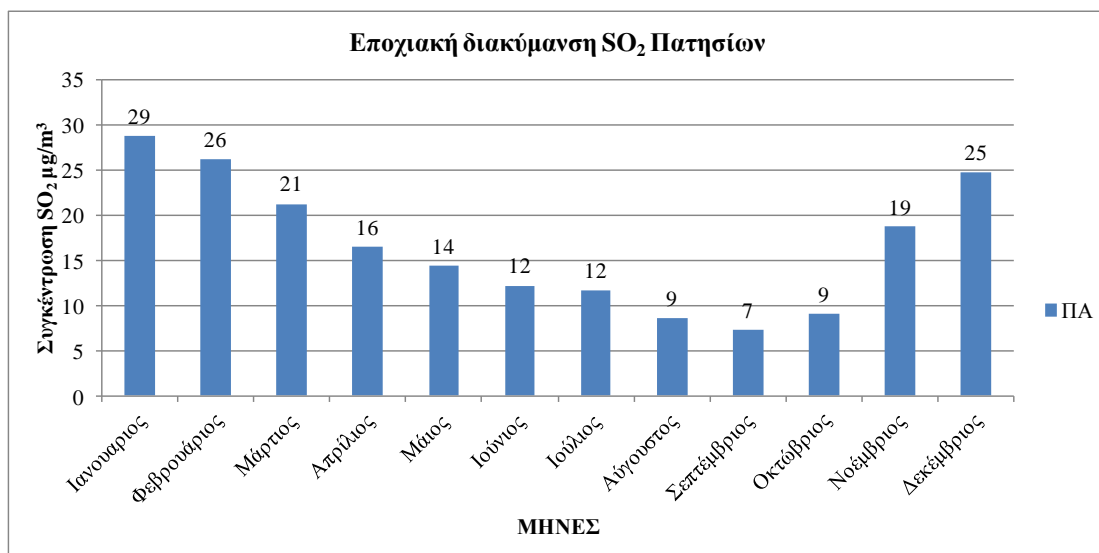
Στον σταθμό Ελευσίνα οι συγκεντρώσεις του SO₂ καταγράφουν χαμηλότερες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και υψηλότερες κατά τους χειμερινούς. Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται τον Ιανουάριο και η χαμηλότερη τον Αύγουστο.



Διάγραμμα 0-29 Εποχιακή διακύμανση SO₂ για τον σταθμό Νέα Σμύρνη για το χρονικό διάστημα 2001-2010

Σχόλια-Παρατηρήσεις

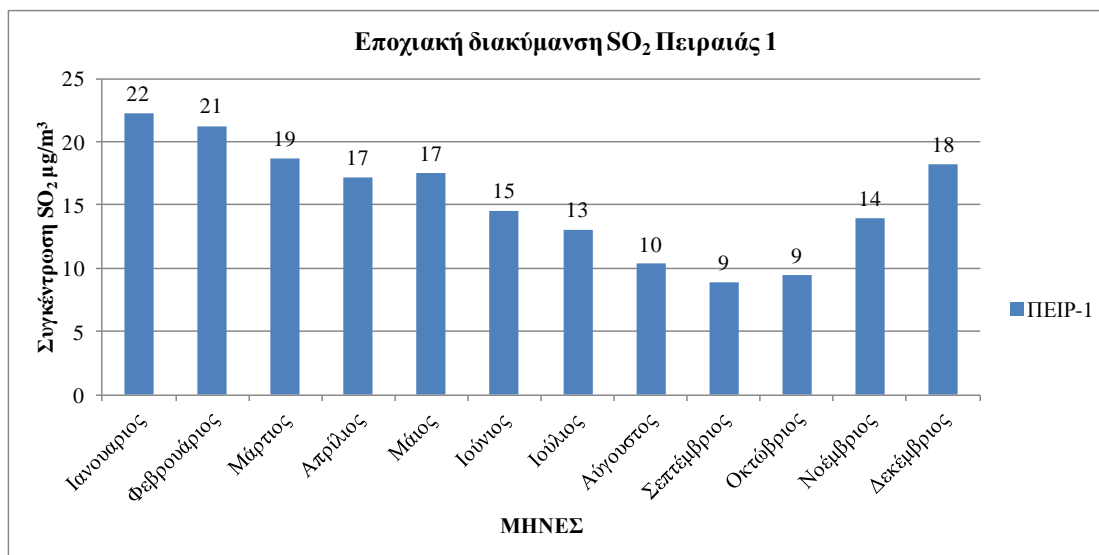
Στον σταθμό Νέα Σμύρνη οι συγκεντρώσεις του SO₂ καταγράφουν χαμηλότερες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και υψηλότερες κατά τους χειμερινούς. Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται τον Ιανουάριο και η χαμηλότερη το Σεπτέμβριο.



Διάγραμμα 0-30 Εποχιακή διακύμανση SO₂ για τον σταθμό Πατησίων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

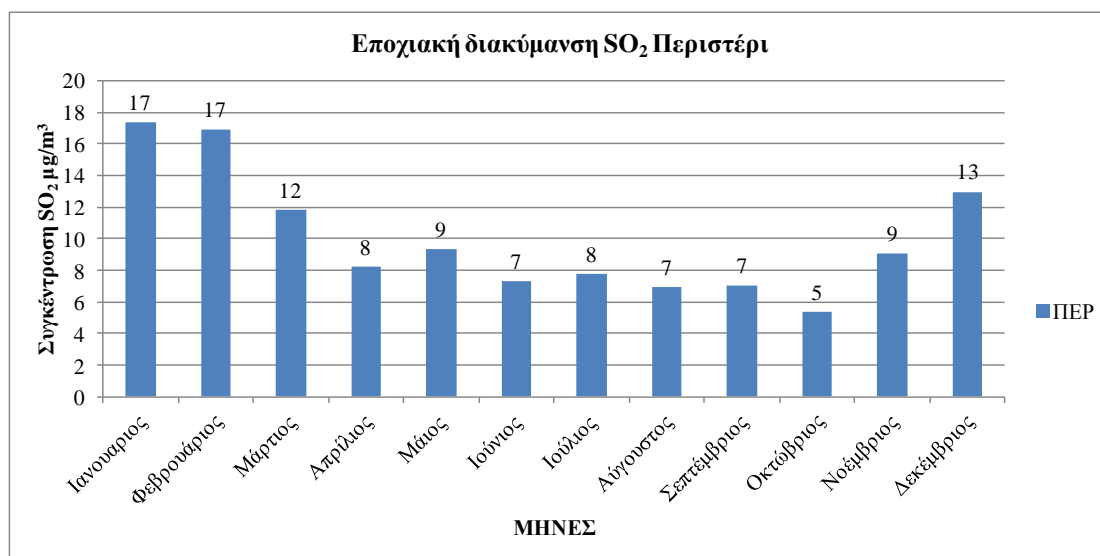
Στον σταθμό Πατησίων οι συγκεντρώσεις του SO₂ καταγράφουν χαμηλότερες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και υψηλότερες κατά τους χειμερινούς. Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται τον Ιανουάριο και η χαμηλότερη το Σεπτέμβριο.



Διάγραμμα 0-31 Εποχιακή διακύμανση SO₂ για τον σταθμό Πειραιάς-1 για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Πειραιά-1 οι συγκεντρώσεις του SO₂ καταγράφουν χαμηλότερες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και υψηλότερες κατά τους χειμερινούς. Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται τον Ιανουάριο και η χαμηλότερη το Σεπτέμβριο.



Διάγραμμα 0-32 Εποχιακή διακύμανση SO₂ για τον σταθμό Περιστερί για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Περιστερί οι συγκεντρώσεις του SO₂ καταγράφουν χαμηλότερες τιμές κατά τους θερινούς μήνες και υψηλότερες κατά τους χειμερινούς. Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται τον Ιανουάριο και η χαμηλότερη τον Οκτώβριο.

Εποχιακή διακύμανση						
Μήνας/ Σταθμός	ΑΘ	ΕΛ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
Ιανουαριος	13	15	17	29	22	17
Φεβρουάριος	12	12	17	26	21	17
Μάρτιος	10	11	13	21	19	12
Απρίλιος	9	10	10	16	17	8
Μάιος	8	12	8	14	17	9
Ιούνιος	7	8	8	12	15	7
Ιούλιος	6	6	6	12	13	8
Αύγουστος	6	5	6	9	10	7
Σεπτέμβριος	6	6	5	7	9	7
Οκτώβριος	6	8	6	9	9	5
Νοέμβριος	9	10	10	19	14	9
Δεκέμβριος	11	11	13	25	18	13

Πίνακας 4-3 Πίνακας μέσων μηνιαίων τιμών μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων

Σχόλια-Παρατηρήσεις

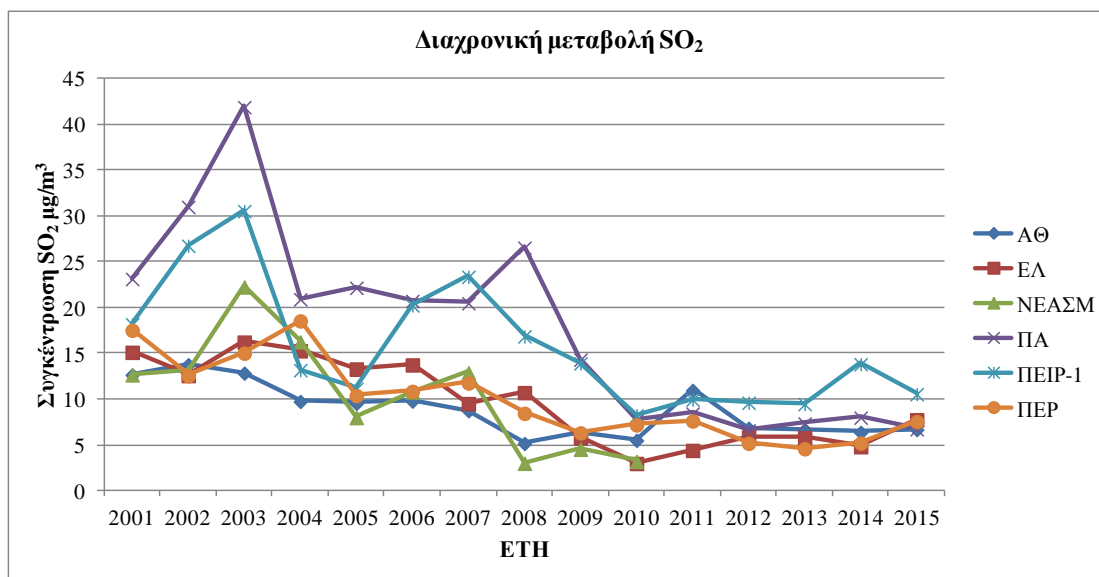
Οι ημερήσιοι μέση όροι αφορούν το χρονικό διάστημα 2001-2015 εκτός του σταθμού Νέα Σμύρνη που αφορά το διάστημα 2001-2010

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την εποχιακή διακύμανση είναι η εκπομπές SO₂ λόγω της λειτουργίας των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης καθώς καταγράφεται μεγάλη αύξηση των συγκεντρώσεων κατά τους χειμερινούς μήνες. Επίσης επηρεάζουν σημαντικά η εκπομπές SO₂ λόγω κυκλοφορίας των οχημάτων και των βιομηχανικών διεργασιών οι οποίες περιορίζονται ιδιαίτερα το μήνα Αύγουστο όπου οι περισσότεροι εργαζόμενοι απουσιάζουν λόγω των θερινών διακοπών.

4.1.2.4 Διαχρονική διακύμανση

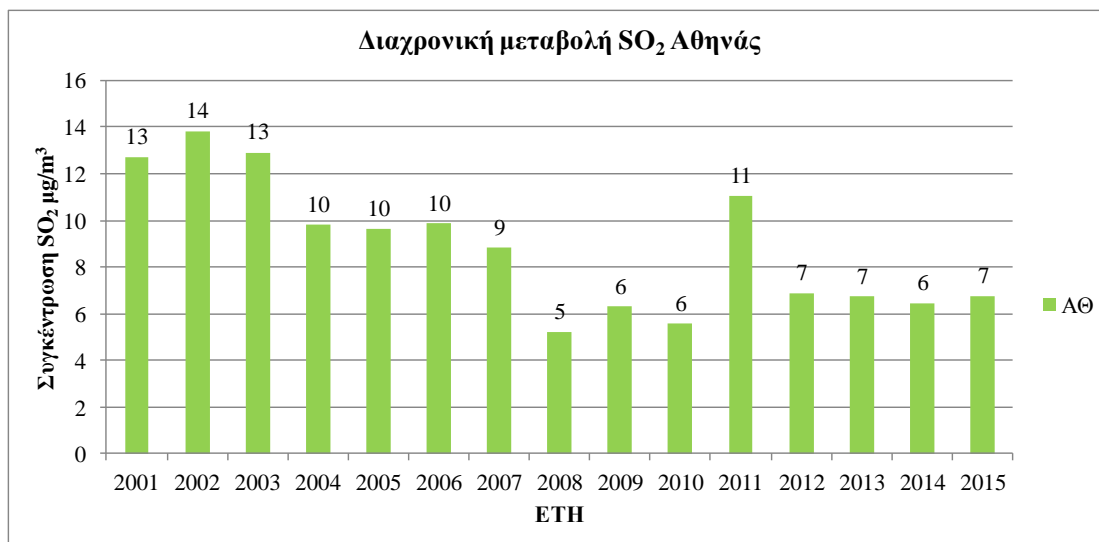
Στον πίνακα 4-5 και στα διαγράμματα 4-33 έως 4-39 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων ετήσιων τιμών των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-33 Διαχρονική μεταβολή μέσω ετήσιων τιμών μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σύνολο το σταθμών μέτρησης.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

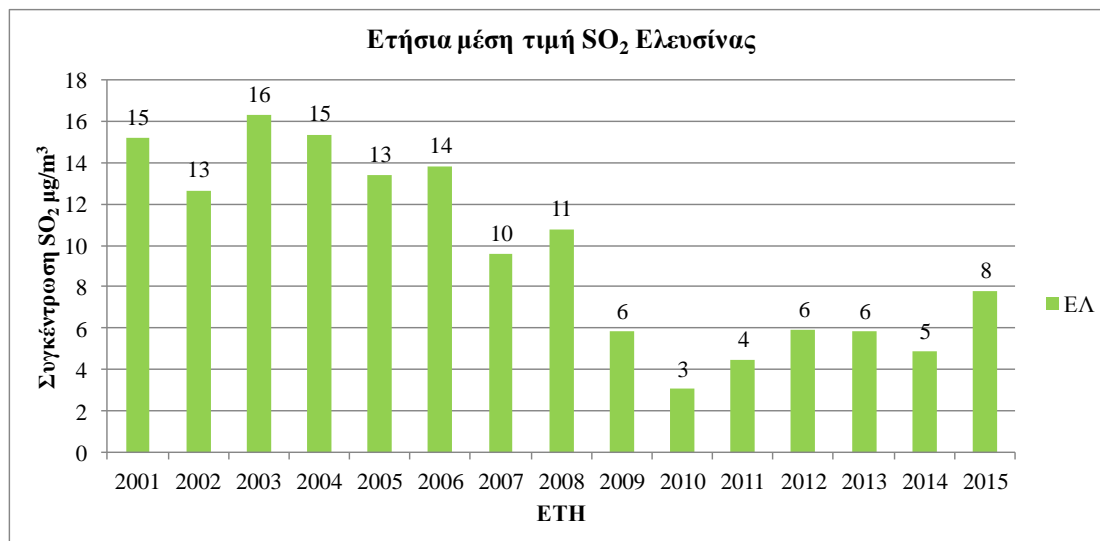
Γενικότερα, καταγράφεται διαχρονικά μείωση των μέσων ετήσιων συγκεντρώσεων. Επίσης παρατηρείται ότι για οκτώ έτη ο μεγαλύτερος ετήσιος μέσος όρος μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων έχει καταγραφεί από το σταθμό Πατησίων ενώ για τα υπόλοιπα έτη από το σταθμό Πειραιάς-1.



Διάγραμμα 0-34 Διαχρονική μεταβολή μέσω ετήσιων τιμών μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Αθηνάς.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

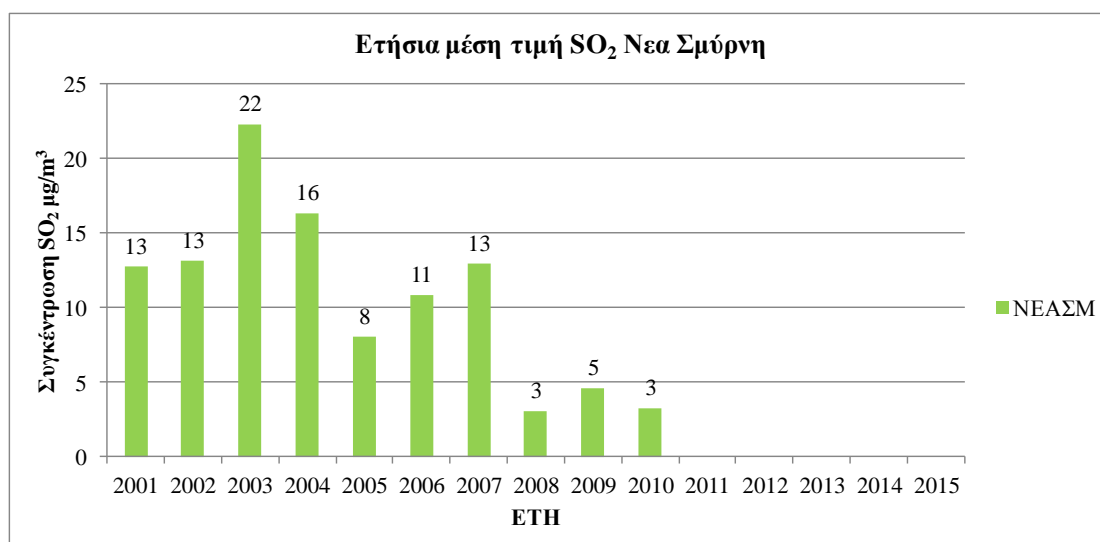
Στο σταθμό Αθηνάς καταγράφεται μείωση της μέσης ετήσιας τιμής μέσω ημερησίων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-35 Διαχρονική μεταβολή μέσω ετήσιων τιμών μέσω ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Ελευσίνας.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

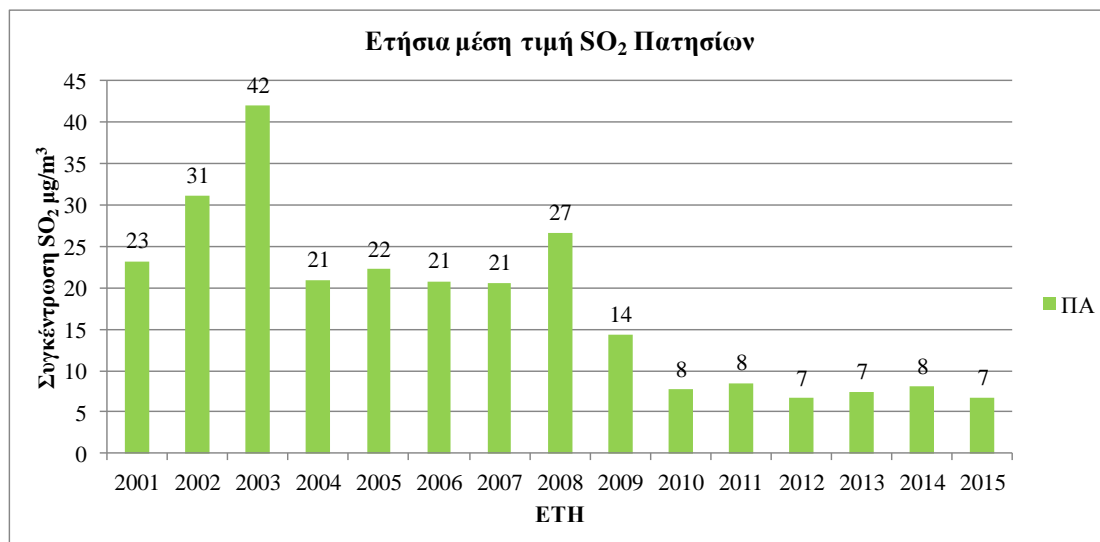
Στο σταθμό Ελευσίνα καταγράφεται μείωση της μέσης ετήσιας τιμής μέσω ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-36 Διαχρονική μεταβολή μέσω ετήσιων τιμών μέσω ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2010 στο σταθμό Νέα Σμύρνη.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

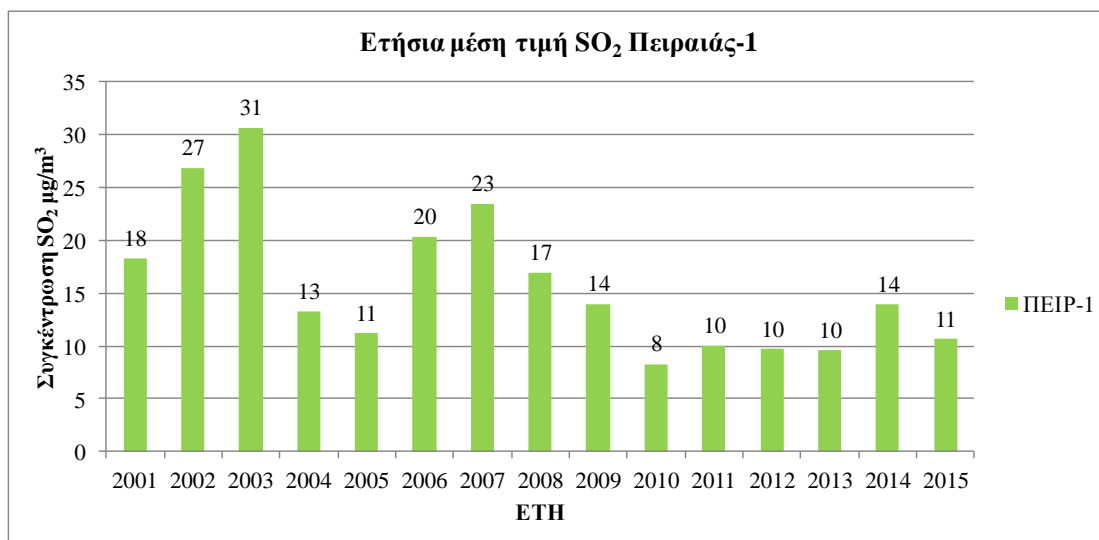
Στο σταθμό Νέα Σμύρνη καταγράφεται μείωση της μέσης ετήσιας τιμής μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2010.



Διάγραμμα 0-37 Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Πατησίων.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

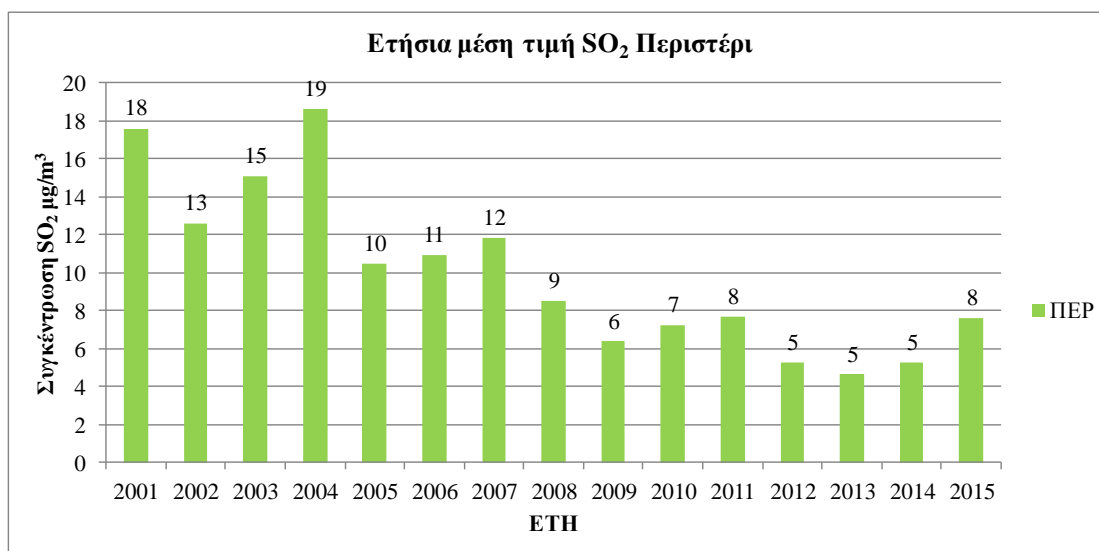
Στο σταθμό Πατησίων καταγράφεται μείωση της μέσης ετήσιας τιμής μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-38 Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Πειραιάς-1.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Πειραιάς-1 καταγράφεται τάση μείωσης της μέσης ετήσιας τιμής μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-39 Διαχρονική μεταβολή μέσων ετήσιων τιμών μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Περιστέρι.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Περιστερί καταγράφεται τάση μείωσης της μέσης ετήσιας τιμής μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.

Έτος/ Σταθμός	ΑΘ	ΕΛ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
2001	13	15	13	23	18	18
2002	14	13	13	31	27	13
2003	13	16	22	42	31	15
2004	10	16	16	21	13	19
2005	10	13	8	22	11	10
2006	10	14	11	21	21	11
2007	9	9	12	21	23	12
2008	5	11	3	26	17	8
2009	6	6	4	14	14	6
2010	6	3	3	8	8	7
2011	11	5		8	10	8
2012	7	6		7	10	5
2013	7	6		7	10	5
2014	7	5		8	14	5
2015	7	8		7	10	7

Πίνακας 4-4 Διαχρονική μεταβολή μέσων ημερησίων συγκεντρώσεων SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Οι ημερήσιοι μέση όροι αφορούν το χρονικό διάστημα 2001-2015 εκτός του σταθμού Νέα Σμύρνη που αφορά το διάστημα 2001-2010.

4.1.3 Γενικά συμπεράσματα για το διοξείδιο του θείου

Συμπερασματικά, από την ανωτέρω επεξεργασία των μετρήσεων διαπιστώνεται ότι στην Ε.Π.Α επιτυγχάνεται συμμόρφωση προς τα όρια του διοξειδίου του θείου, καθώς οι καταγεγραμμένες υπερβάσεις είναι ελάχιστες. Επίσης, μέσω των διαγραμμάτων ημερησίων, εβδομαδιαίων και εποχικών διακυμάνσεων επιβεβαιώνουμε πως για την Ε.Π.Α κύριες πηγές αποτελούν η βιομηχανική δραστηριότητα και η λειτουργία των καυστήρων πετρελαίου για παραγωγή θέρμανσης.

4.2 Διοξείδιο του Αζώτου NO₂

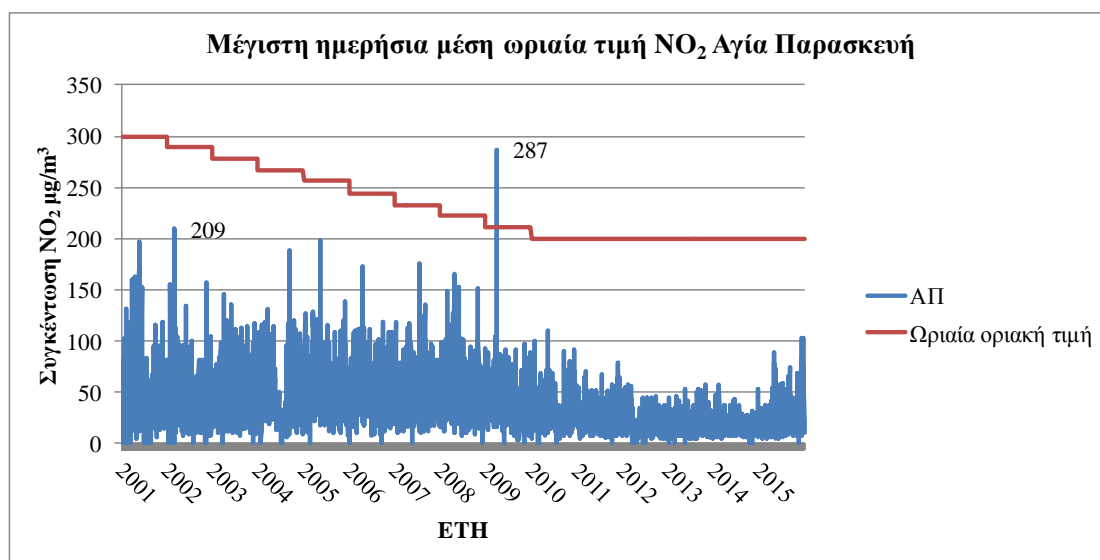
Σε συνολικά δεκατρείς σταθμούς καταγράφονται οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου στην Ε.Π.Α. Συγκεκριμένα, οι δεκατρείς εξεταζόμενοι σταθμοί είναι: α) Αγία Παρασκευή, β) Αθηνάς, γ) Αριστοτέλους, δ) Γεωπονική, ε) Ελευσίνα, στ) Θρακομακεδόνες, ζ) Λιόσια, η) Λυκόβρυση, θ) Μαρούσι, ι) Νέα Σμύρνη, ια) Πατησίων, ιβ) Πειραιάς-1, ιγ) Περιστερί.

4.2.1 Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το NO₂

Στο μέρος αυτό θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα που αφορούν την συμμόρφωση με τα κριτήρια της ποιότητας της ατμόσφαιρας όπως αυτά καθορίζονται από την Εθνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το NO₂. Στα όρια συνυπολογίζεται το όριο ανοχής.

4.2.1.1 Διαγράμματα μέγιστης ημερήσιας ωριαίας τιμής για το NO₂

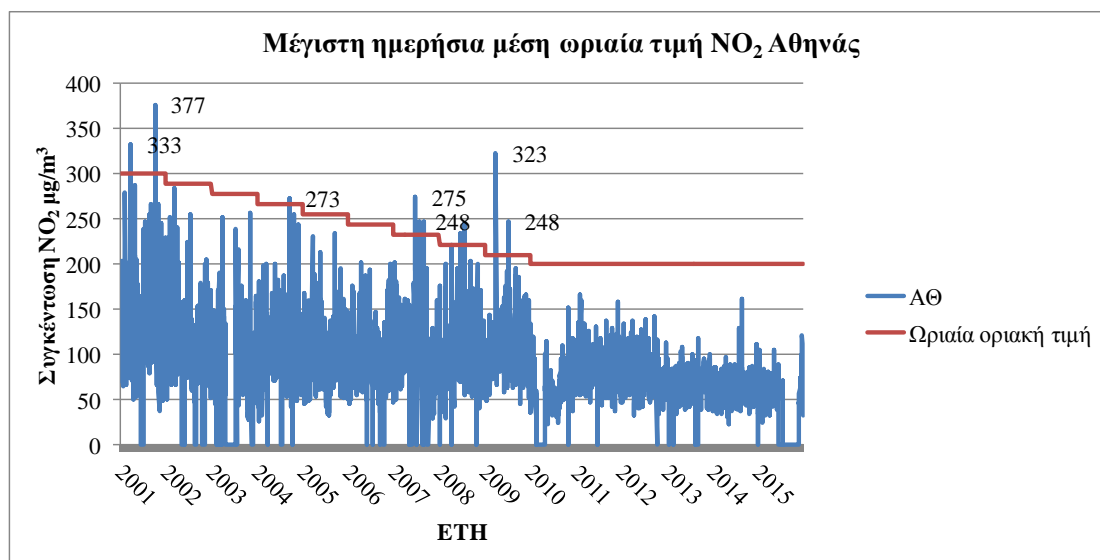
Στα διαγράμματα αυτά για κάθε σταθμό μέτρησης του ρύπου NO₂ πραγματοποιείται σύγκριση της μέγιστης ημερήσιας ωριαίας μέσης τιμής με την οριακή τιμή της μέσης ωριαίας τιμής. Τα διαγράμματα σκοπό έχουν την διερεύνηση των αιχμών ρύπανσης και των υπερβάσεων διαχρονικά.



Διάγραμμα 0-40 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Αγία Παρασκευή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

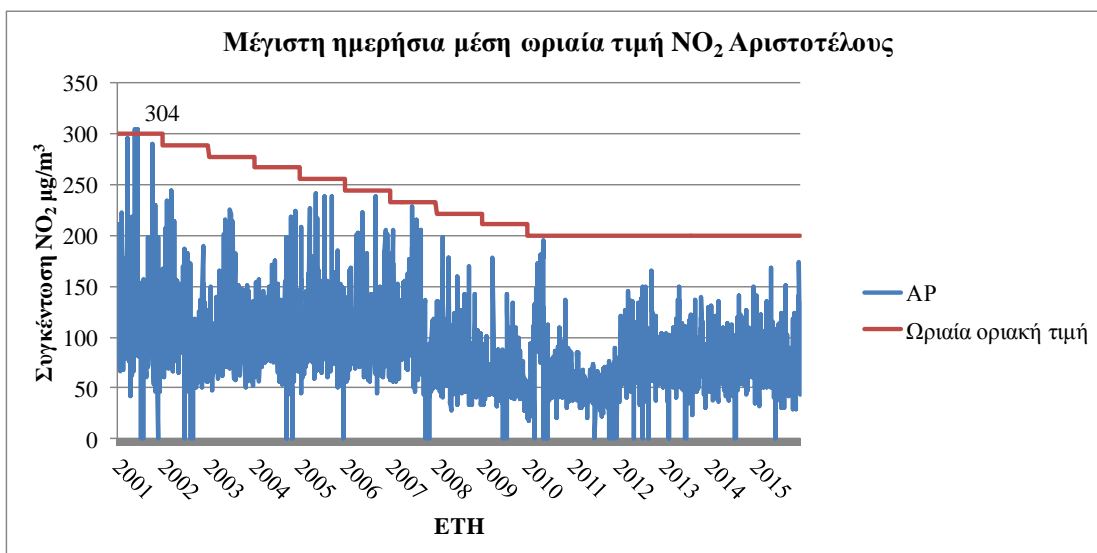
Στο σταθμό Αγία Παρασκευή παρατηρείται τάση μείωσης των μέγιστων ημερήσιων μέσων ωριαίων τιμών. Υπερβάσεις της ωριαίας οριακής τιμής καταγράφονται μόνο το έτος 2009.



Διάγραμμα 0-41 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Αθηνάς για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

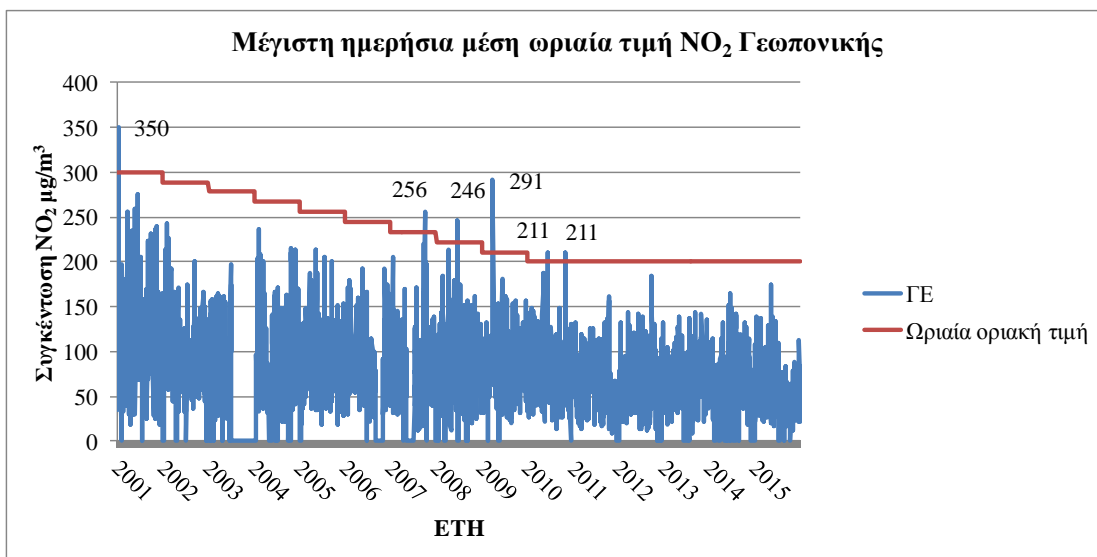
Στο σταθμό Αθήνας παρατηρείται τάση μείωσης των μέγιστων ημερήσιων μέσων ωριαίων τιμών. Υπερβάσεις της ωριαίας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής καταγράφονται έως το έτος 2009.



Διάγραμμα 0-42 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Αριστοτέλους για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

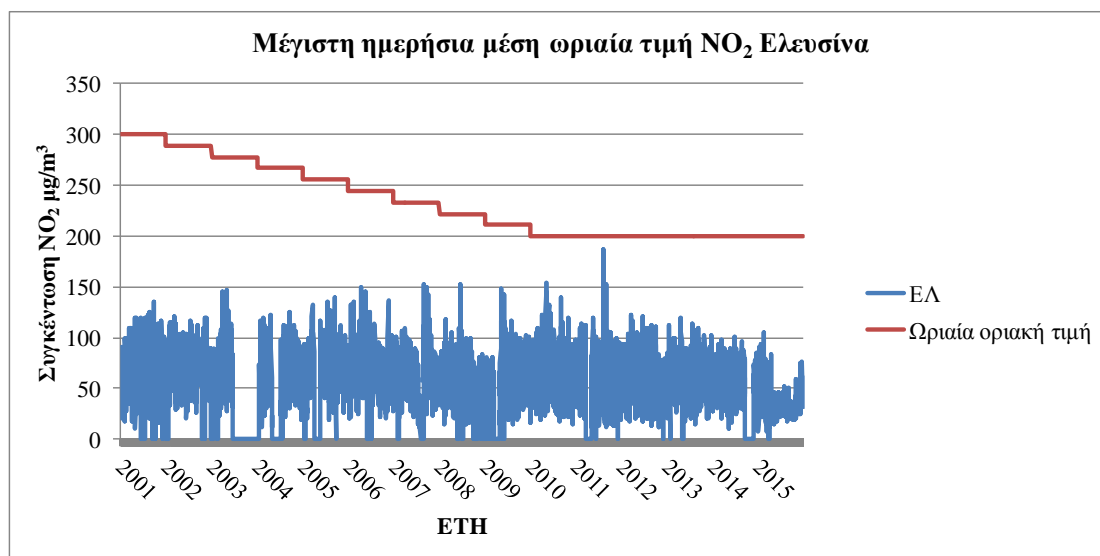
Στο σταθμό Αριστοτέλους παρατηρείται τάση μείωσης των μέγιστων ημερήσιων μέσων ωριαίων τιμών. Υπερβάσεις της ωριαίας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής καταγράφονται μόνο το έτος 2001.



Διάγραμμα 0-43 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Γεωπονικής για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

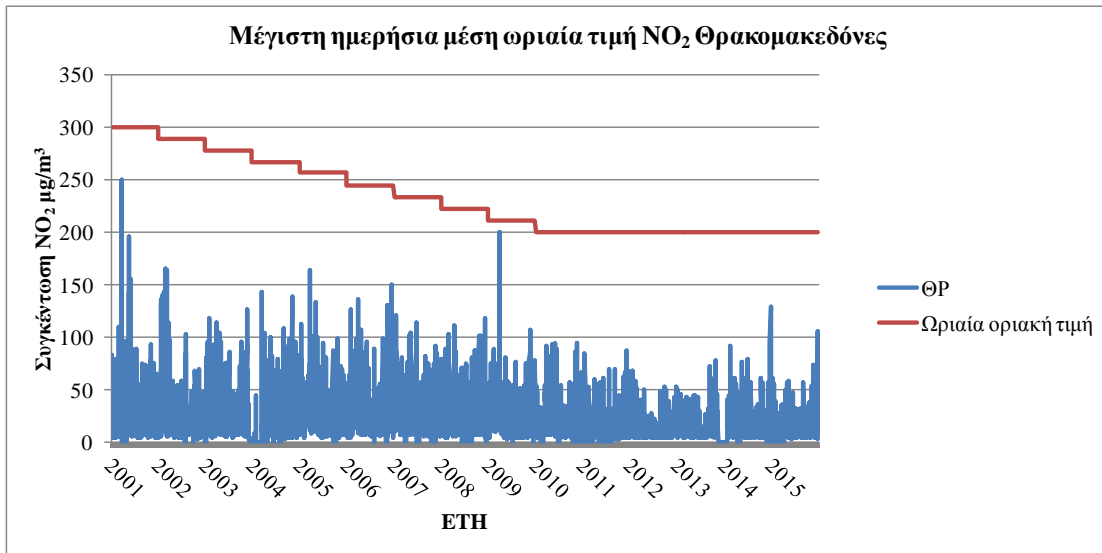
Στο σταθμό Γεωπονικής παρατηρείται τάση μείωσης των μέγιστων ημερήσιων μέσων ωριαίων τιμών. Υπερβάσεις της ωριαίας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής καταγράφονται μέχρι το έτος 2010.



Διάγραμμα 0-44 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Ελευσίνα για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

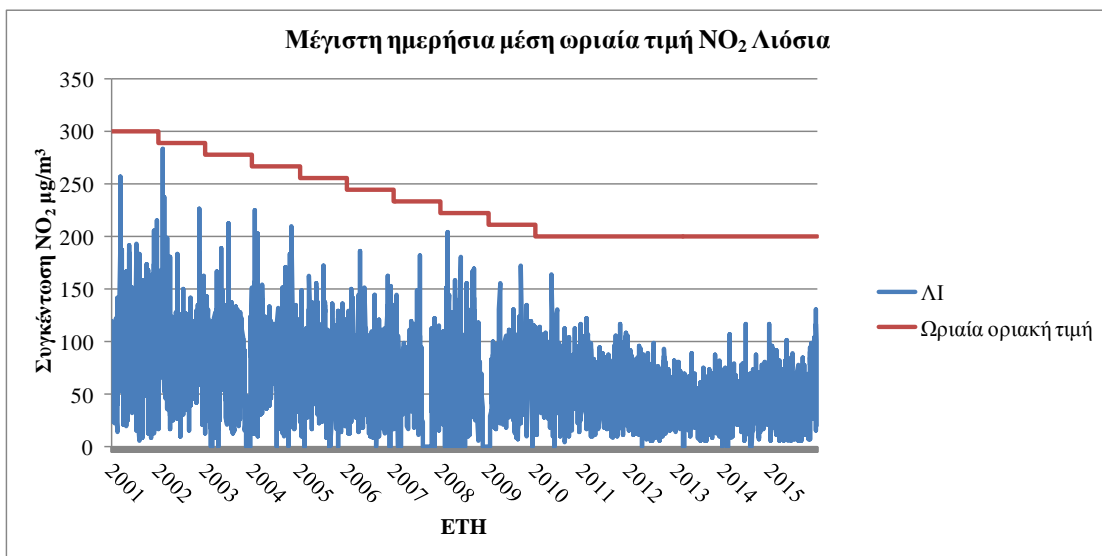
Στο σταθμό Ελευσίνα παρατηρείται ότι σε καμία ημέρα δεν καταγράφεται υπέρβαση του ορίου των 200µg/m³ ενώ οι μέγιστες ημερήσιες τιμές παραμένουν σταθερές για την χρονική διάρκεια 2001-2015.



Διάγραμμα 0-45 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Θρακομακεδόνες για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

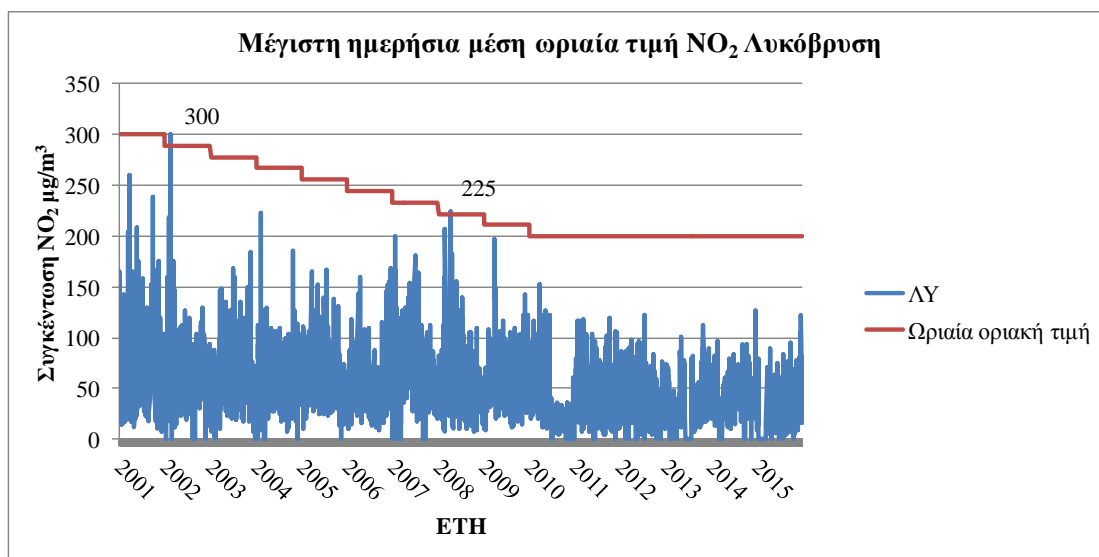
Στο σταθμό Θρακομακεδόνες δεν έχει καταγραφή υπέρβαση της ωριαίας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής για το χρονικό διάστημα 2001-2018.



Διάγραμμα 0-46 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Λιόσια για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

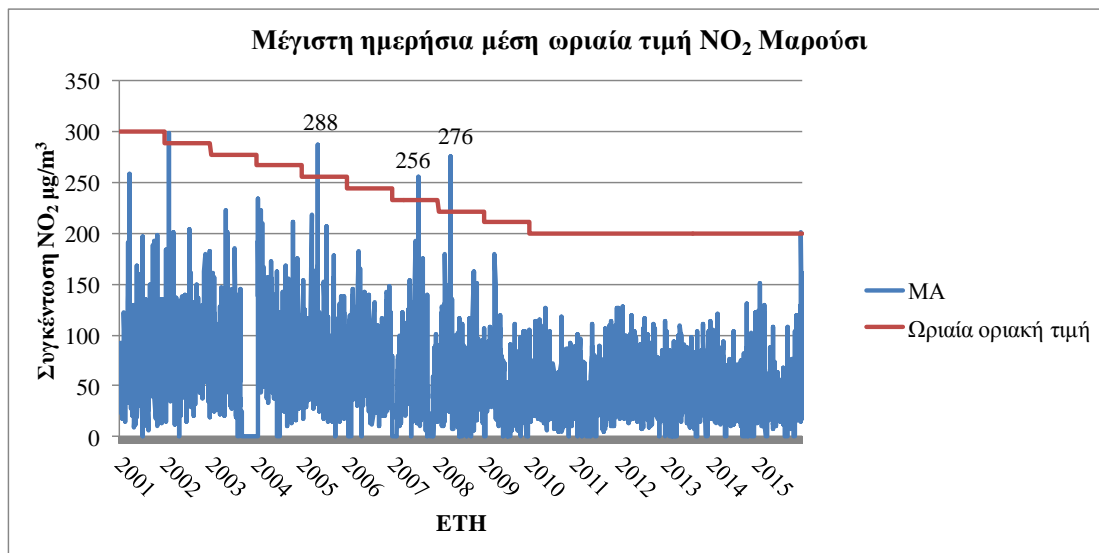
Στο σταθμό Λιόσια δεν έχει καταγραφή υπέρβαση της ωριαίας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής για το χρονικό διάστημα 2001-2018.



Διάγραμμα 0-47 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Λυκόβρυση για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

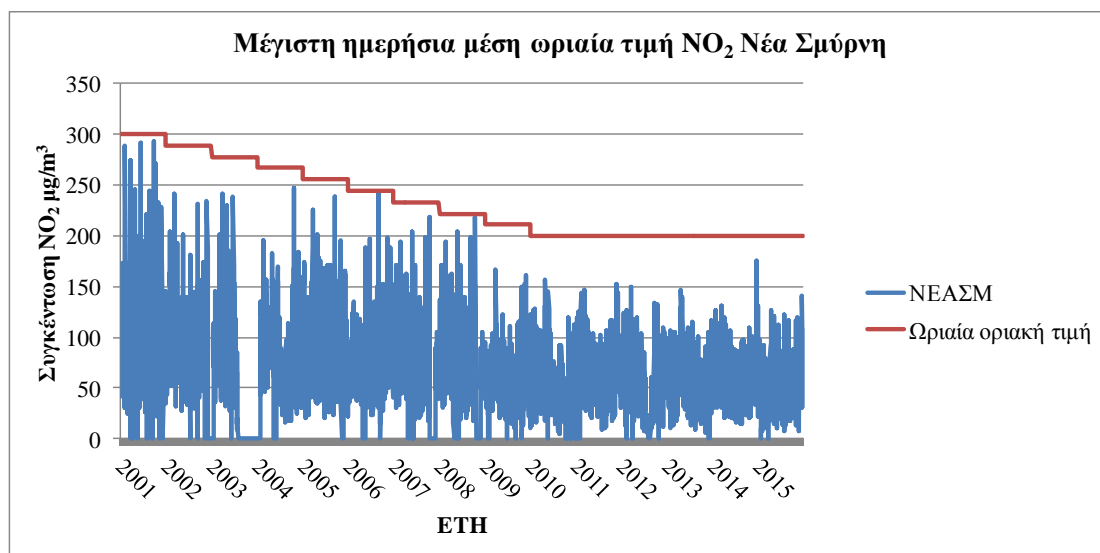
Στο σταθμό Λυκόβρυση παρατηρείται τάση μείωσης των μέγιστων ημερήσιων τιμών μέσης ωριαίας συγκέντρωσης. Επίσης, δεν καταγράφονται υπερβάσεις μετά το έτος 2008.



Διάγραμμα 0-48 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Μαρούσι για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

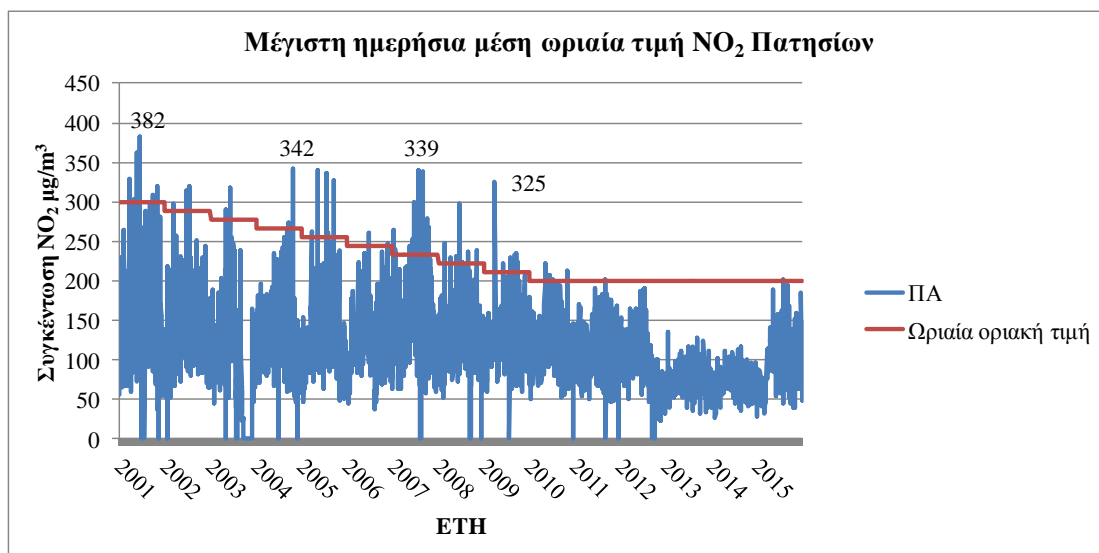
Στο σταθμό Μαρούσι παρατηρείται τάση μείωσης των μέγιστων ημερήσιων τιμών μέσης ωριαίας συγκέντρωσης. Επίσης, καταγράφονται υπερβάσεις ως και το έτος 2015.



Διάγραμμα 0-49 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Νέα Σμύρνη για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

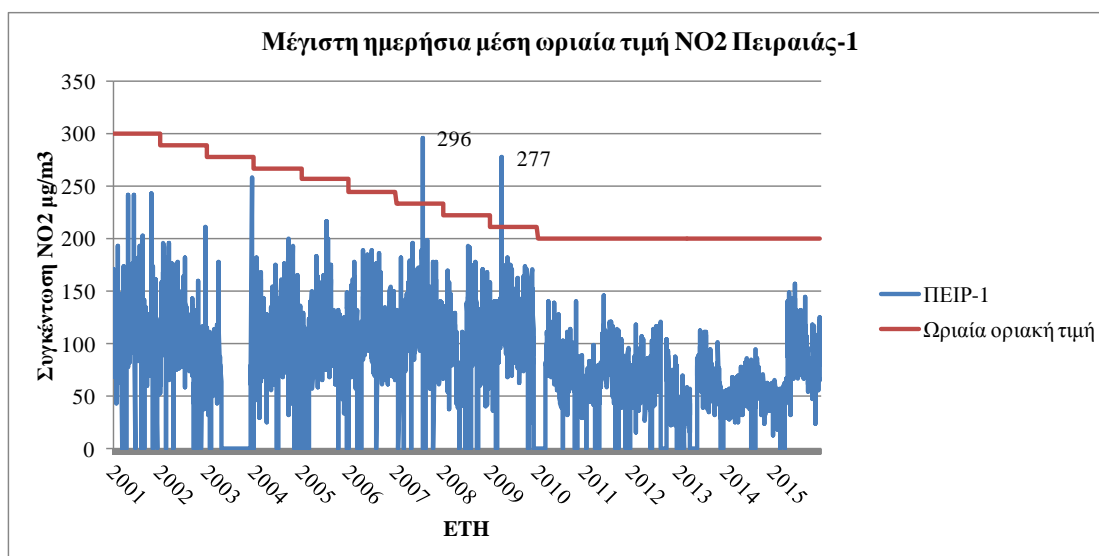
Στο σταθμό Νέα Σμύρνη δεν καταγράφονται υπερβάσεις της ωριαίας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής, ενώ το όριο των 200μg/m³ δεν υπερβαίνεται έπειτα από το 2007. Γενικότερα παρατηρείται τάση μείωσης των μέγιστων ημερήσιων τιμών μέσης ωριαίας συγκέντρωσης NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-50 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Πατησίων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

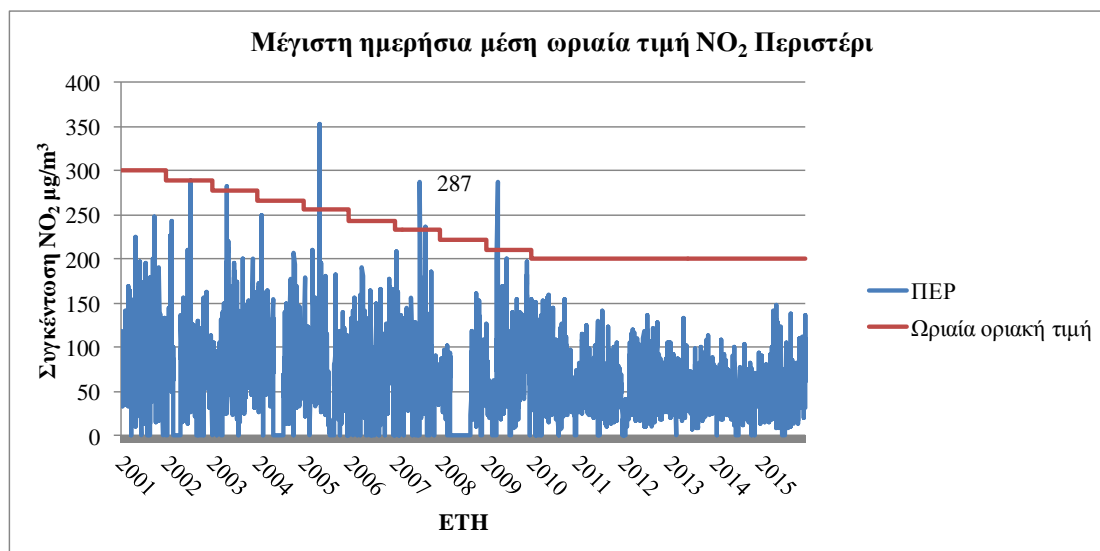
Στο σταθμό Πατησίων παρατηρείται γενικότερα τάση μείωσης της μέγιστης ημερήσιας τιμής μέσης ωριαίας συγκέντρωσης. Ωστόσο καταγράφονται αρκετές υπερβάσεις της οριακής τιμής και του ορίου ανοχής κυρίως πριν το 2010 ενώ καταγράφονται υπερβάσεις έως το έτος 2015.



Διάγραμμα 0-51 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Πειραιάς-1 για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Πειραιάς-1 παρατηρείται γενικότερα τάση μείωσης της μέγιστης ημερήσιας τιμής μέσης ωριαίας συγκέντρωσης. Καταγράφονται υπερβάσεις της οριακής τιμής συνυπολογίζοντας το όριο ανοχής τα έτη 2007 και 2009 ενώ δεν καταγράφονται υπερβάσεις μετά τις 31/3/2009.



Διάγραμμα 0-52 Μέγιστη ημερήσια μέση ωριαία τιμή NO₂ σταθμού Περιστερί για το χρονικό διάστημα 2001-2015

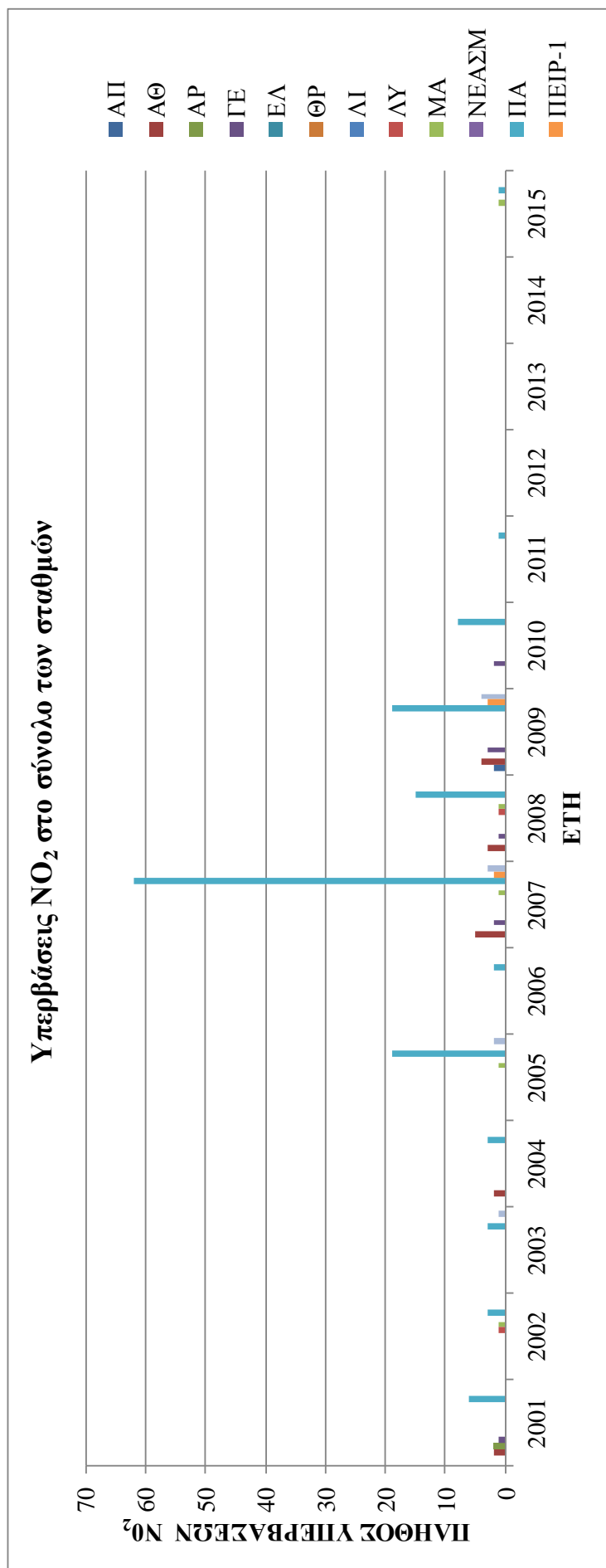
Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Πειραιάς-1 παρατηρείται γενικότερα τάση μείωσης της μέγιστης ημερήσιας τιμής μέσης ωριαίας συγκέντρωσης. Καταγράφονται υπερβάσεις της οριακής τιμής συνυπολογίζοντας το όριο ανοχής τα έτη 2007 και 2009 ενώ δεν καταγράφονται υπερβάσεις μετά τις 1/4/2009.

4.2.1.2 Υπερβάσεις ωριαίας οριακής τιμής NO₂

Έτος/ Σταθμός	Υπερβάσεις μέσης ωριαίας οριακής τιμής NO ₂													
	ΑΠ	ΑΘ	ΑΡ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ	
2001	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	
2002	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	
2004	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	19	0	2	
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
2007	0	5	0	2	2	0	0	0	1	0	62	2	3	
2008	0	3	0	1	1	0	0	1	1	0	15	0	0	
2009	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	19	3	4	
2010	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	

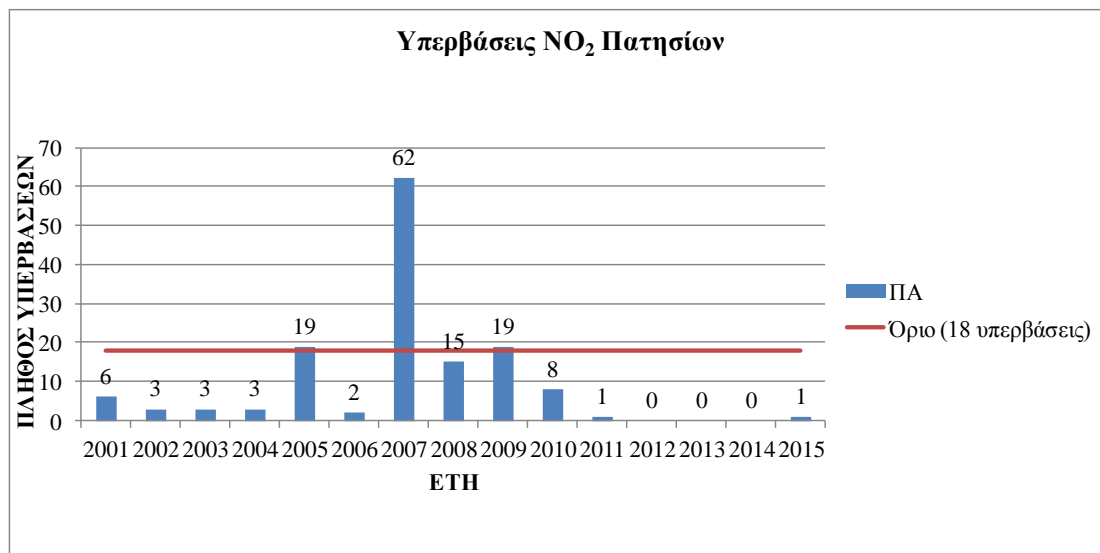
Πίνακας 4-5 Υπερβάσεις μέσης ωριαίας οριακής τιμής για NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015



Διάγραμμα 0-53 Υπερβάσεις NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Από το πίνακα 4-6 & το διάγραμμα 4-54 διαπιστώνεται ότι μόνο ο σταθμός Πατήσια έχει υπερβεί το όριο των 18 υπερβάσεων ανά έτος.



Διάγραμμα 0-54 Υπερβάσεις NO₂ σταθμού Πατησίων

Σχόλια-Παρατηρήσεις

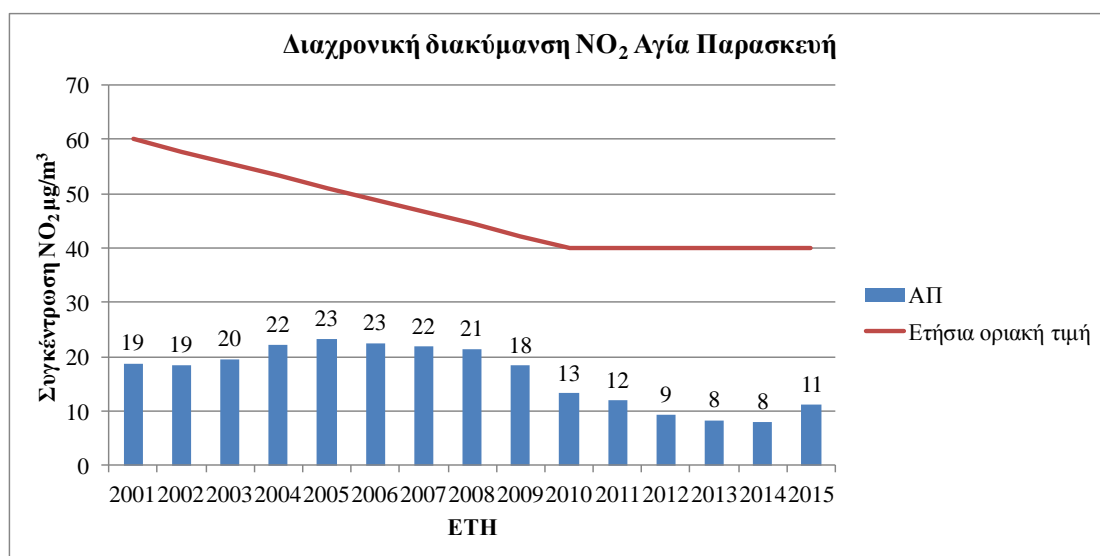
Από το διάγραμμα 4-54 και το πίνακα 4-6 εμφανίζονται υπερβάσεις, του νομοθετημένου ορίου για τις υπερβάσεις των μέσων ωριαίων τιμών ανά έτος, τα έτη 2005, 2007 & 2009, με 19, 62 & 19 υπερβάσεις αντίστοιχα.

4.2.1.3 Υπερβάσεις ετήσιας οριακής τιμής NO₂

Στο πίνακα 4-7 παρουσιάζεται το πλήθος των ετών που έχει καταγραφή υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής. Στον πίνακα 4-8 παρουσιάζεται το σύνολο των ετήσιων τιμών μέσου όρου των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων ανά σταθμό για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Τα διαγράμματα 4- έως 4- παρουσιάζουν την διαχρονική εξέλιξη των ετήσιων μέσων τιμών σε σύγκριση με την οριακή τιμή και το όριο ανοχής. Σκοπός είναι αφενός να αποδοθεί το πλήθος των υπερβάσεων και αφετέρου πως αυτές κατανέμονται σε κάθε σταθμό μέτρησης διαχρονικά.

Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΑΡ	ΓΕ
Υπερβάσεις	0	15	13	3
Σταθμός	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ
Υπερβάσεις	0	0	0	0
Σταθμός	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1
Υπερβάσεις	0	0	15	12
Σταθμός	ΠΕΡ			
Υπερβάσεις	1			

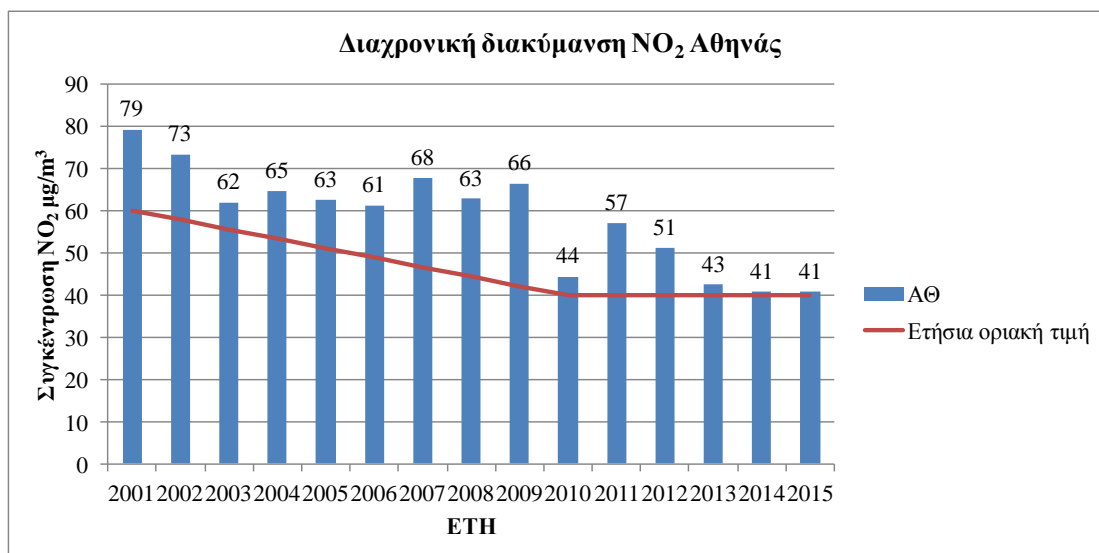
Πίνακας 4-6 Υπερβάσεις ετήσιας μέσης τιμής για έτη 2001-2015



Διάγραμμα 0-55 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Αγία Παρασκευή σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

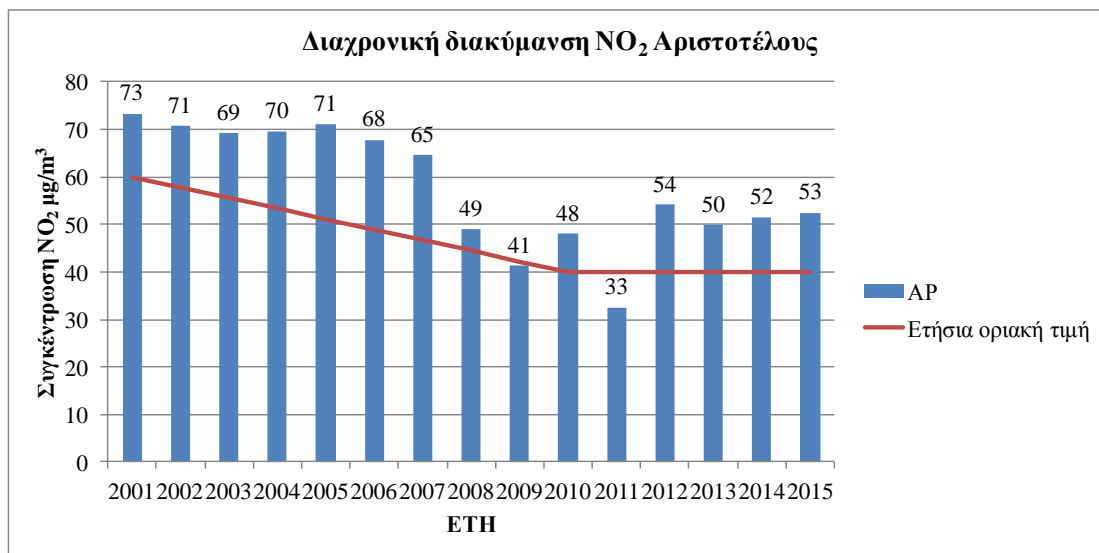
Στον σταθμό Αγία Παρασκευή δεν καταγράφεται καμία υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Παρατηρείται γενικότερη μείωση των συγκεντρώσεων NO₂.



Διάγραμμα 0-56 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Αθηνάς σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Αθηνάς καταγράφεται υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής NO₂ σε κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Παρατηρείται γενικότερη μείωση των συγκεντρώσεων NO₂.

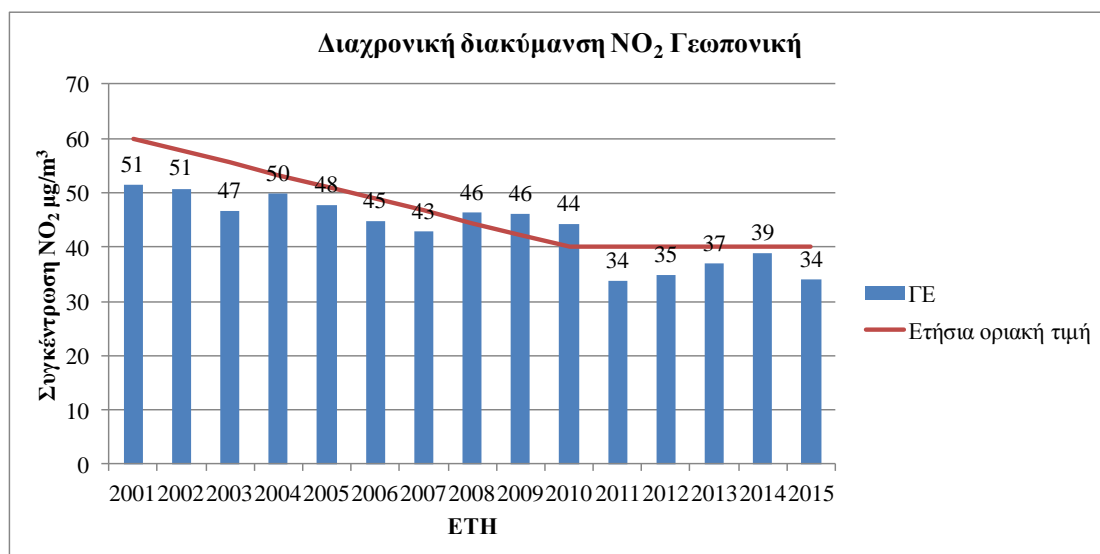


Διάγραμμα 0-57 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Αριστοτέλους σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Αριστοτέλους καταγράφεται υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής 40μg/m³ σε όλα τα έτη πλην του 2011 για το χρονικό διάστημα 2001-2015.

Παράλληλα, πραγματοποιείται και υπέρβαση του ορίου ανοχής για τα αντίστοιχα έτη πλήν των 2009 & 2011, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα 4-57. Παρατηρείται γενικότερη μείωση των συγκεντρώσεων NO₂.



Διάγραμμα 0-58 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Γεωπονική σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

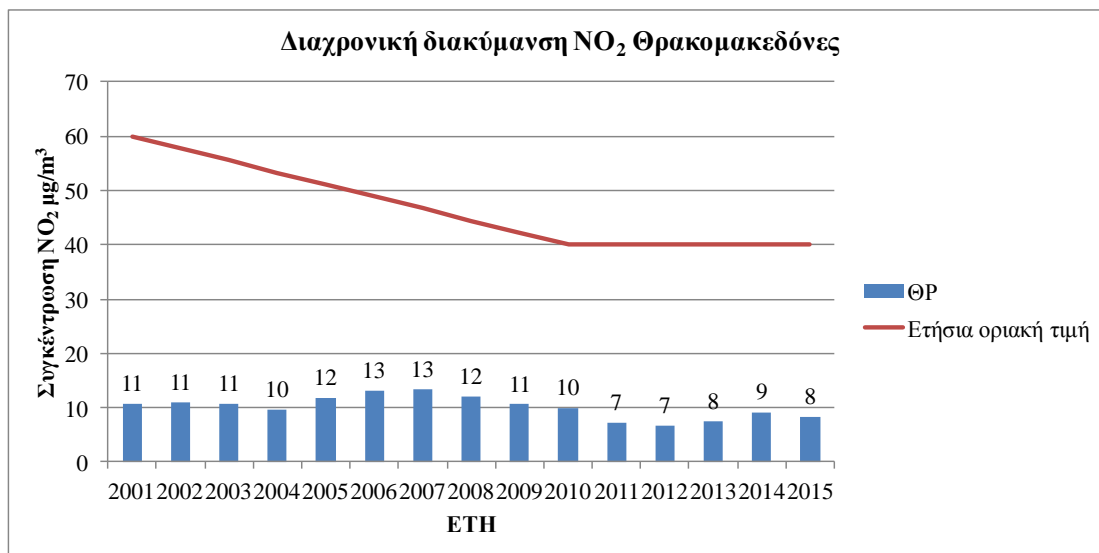
Στον σταθμό Γεωπονική καταγράφεται υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής 40µg/m³ το χρονικό διάστημα από το 2001 έως το 2010. Ωστόσο υπέρβαση του ορίου ανοχής NO₂ πραγματοποιείται μόνο σε 3, συγκεκριμένα τα έτη 2008, 2009& 2010, για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Παρατηρείται γενικότερη μείωση του επιπέδου των συγκεντρώσεων NO₂.



Διάγραμμα 0-59 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Ελευσίνα σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

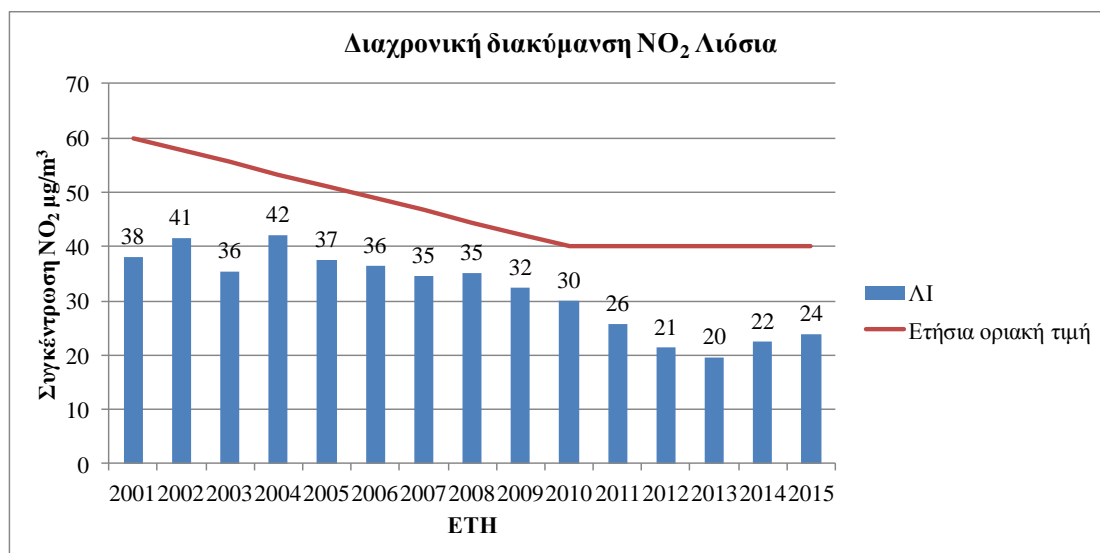
Στον σταθμό Ελευσίνα δεν καταγράφεται καμία υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Παρατηρείται γενικότερη μείωση των συγκεντρώσεων NO₂.



Διάγραμμα 0-60 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Θρακομακεδόνες σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

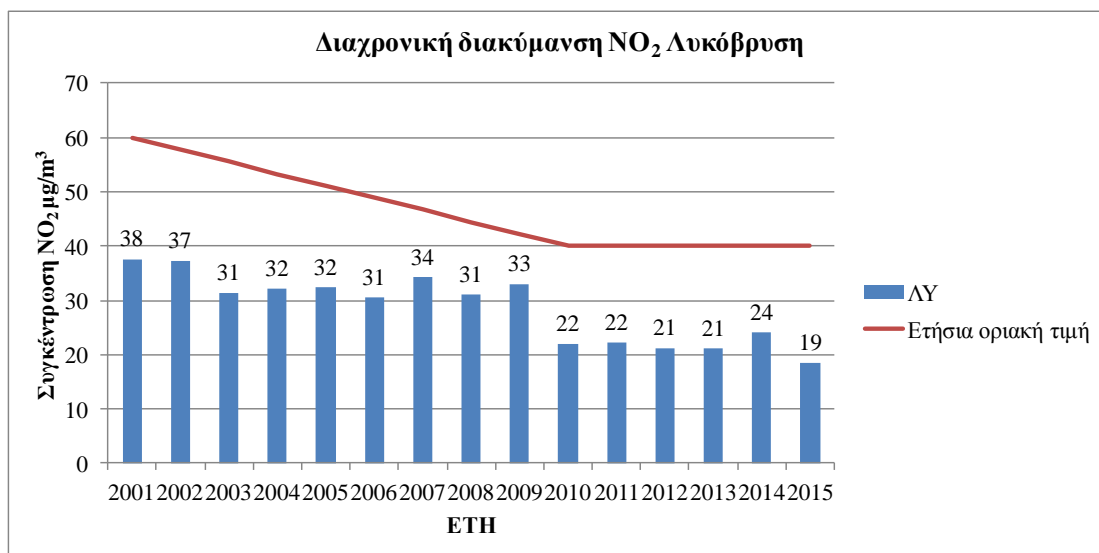
Στον σταθμό Θρακομακεδόνες δεν καταγράφεται καμία υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Οι συγκεντρώσεις NO₂ παραμένουν σχετικά σταθερά χαμηλές.



Διάγραμμα 0-61 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Λιόσια σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

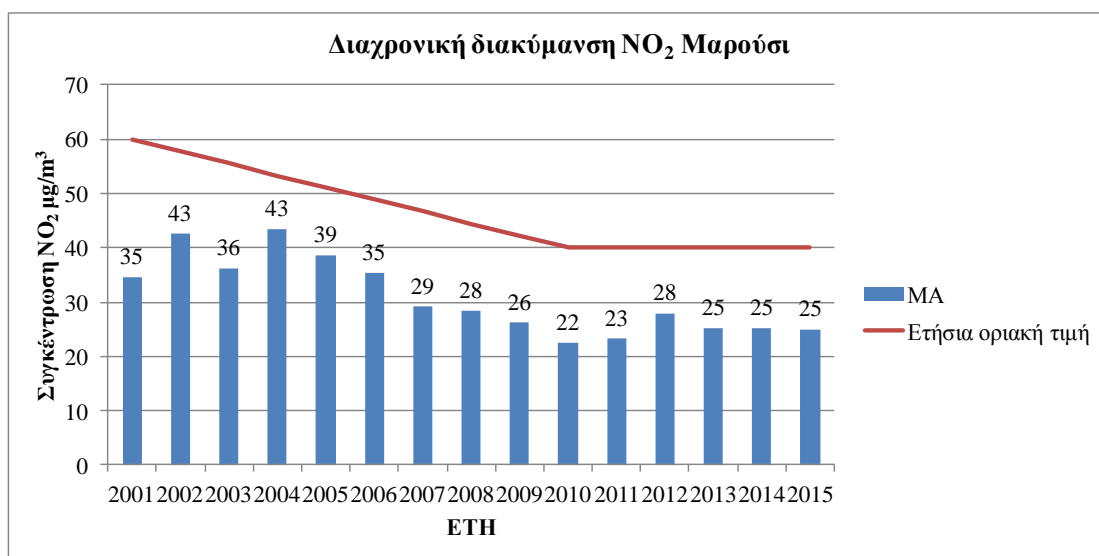
Στον σταθμό Λιόσια καταγράφονται δύο υπερβάσεις της ετήσιας οριακής τιμής NO₂ τα έτη 2002 και 2004. Ωστόσο δεν πραγματοποιείται υπέρβαση του ορίου ανοχής. Οι συγκεντρώσεις NO₂ παρουσιάζουν πτωτική τάση.



Διάγραμμα 0-62 Διαχρονική διακύμανση μέσω των ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Λυκόβρυση σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

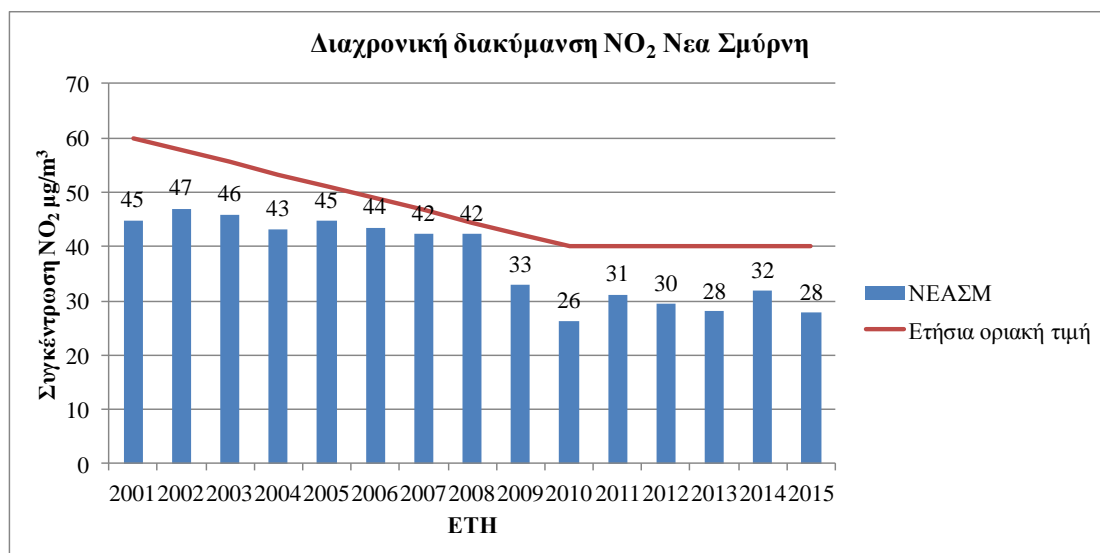
Στον σταθμό Λυκόβρυση δεν καταγράφεται καμία υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής NO₂. Επίσης, οι συγκεντρώσεις NO₂ παρουσιάζουν πτωτική τάση για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-63 Διαχρονική διακύμανση μέσω των ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Μαρούσι σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

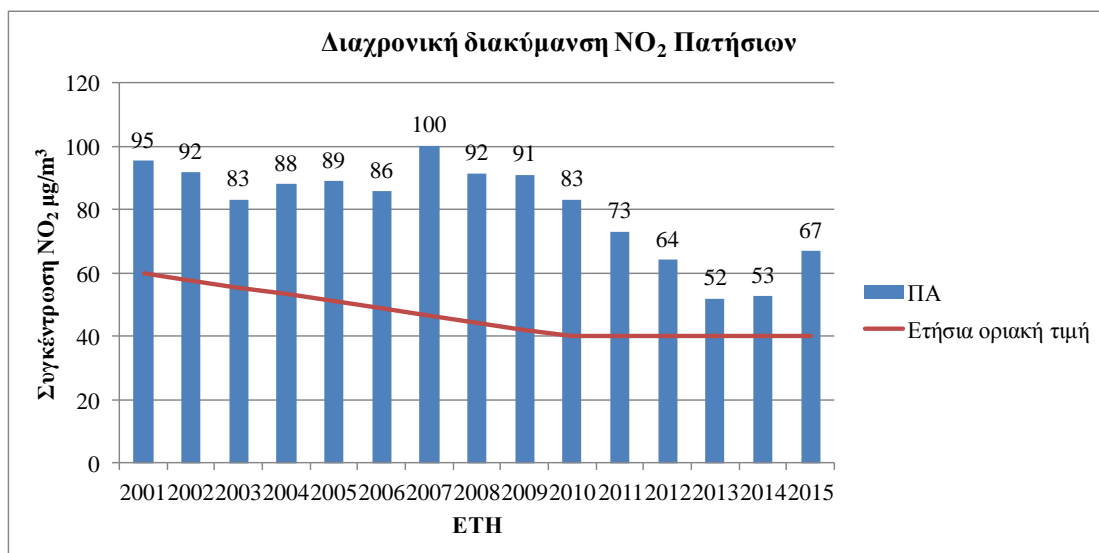
Στον σταθμό Μαρούσι καταγράφονται υπερβάσεις της ετήσιας οριακής τιμής $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 τα έτη 2002 & 2004. Επίσης, τα επίπεδα των συγκεντρώσεων NO_2 παρουσιάζουν πτωτική τάση για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-64 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO_2 για τον σταθμό Νέα Σμύρνη σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

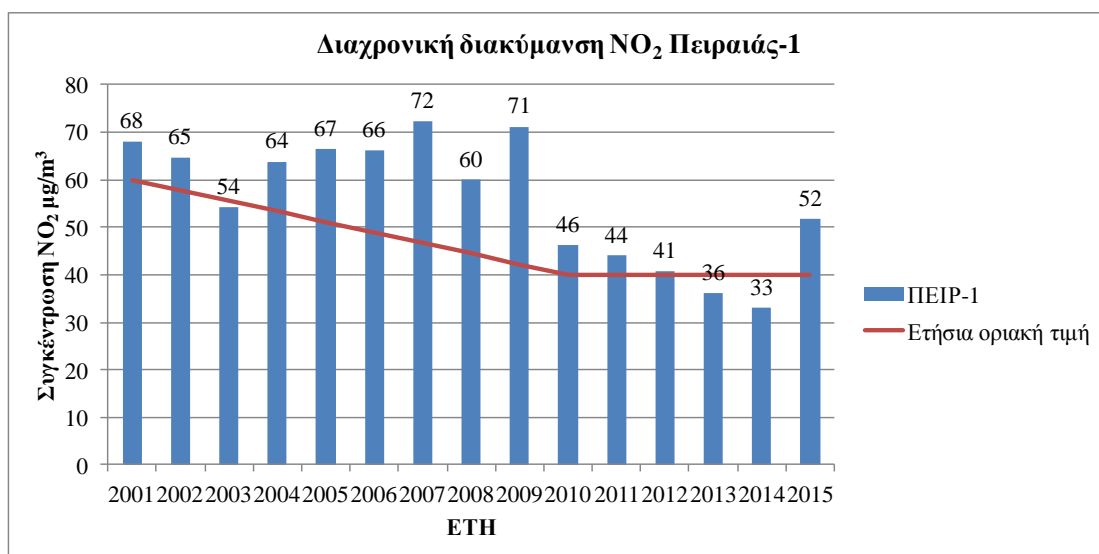
Στον σταθμό Νέα Σμύρνη το σύνολο των ετησίων μέσων τιμών μέσης ωριαίας συγκέντρωσης υπερβαίνει την ετήσια οριακή τιμή $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ από το 2003 έως το 2008 αλλά δεν πραγματοποιείται υπέρβαση του ορίου ανοχής. Επίσης, τα επίπεδα της συγκέντρωσης NO_2 παρουσιάζουν τάση μείωσης για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-65 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Πατησίων σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

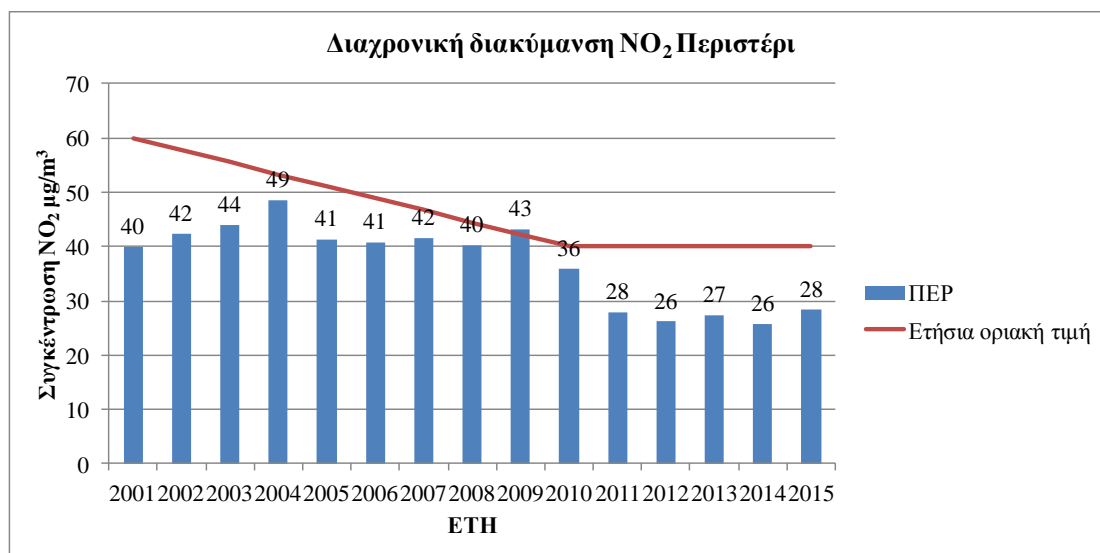
Στον σταθμό Πατησίων καταγράφονται υπερβάσεις της ετήσιας οριακής τιμής NO₂ σε κάθε έτος στο χρονικό διάστημα 2001-2015. Επίσης, διαπιστώνουμε ότι η μέση ετήσια τιμή των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων είναι υπερδιπλάσια της οριακής τιμής των 40μg/m³ για τα έτη 2001 έως 2010. Από το έτος 2007 όπου καταγράφεται η υψηλότερη τιμή στα επόμενα έτη παρατηρείται σημαντική μείωση ωστόσο οι τιμές υπερβαίνουν πάντοτε την οριακή τιμή.



Διάγραμμα 0-66 Διαχρονική διακύμανση μέσω ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Πειραιάς-1 σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Πειραιάς-1 καταγράφονται υπέρβασεις της ετήσιας οριακής τιμής NO₂ για 13 έτη & υπέρβαση του ορίου ανοχής κατά 12 έτη, πλην των ετών 2003, 2013 & 2014.



Διάγραμμα 0-67 Διαχρονική διακύμανση μέσων ετήσιων τιμών NO₂ για τον σταθμό Περιστερί σε αντιπαραβολή με την ετήσια οριακή τιμή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Λυκόβρυση καταγράφεται μία υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής και του ορίου ανοχής NO₂ το έτος 2009. Επίσης καταγράφεται υπέρβαση τις οριακής τιμής 40µg/m³ για 6 έτη έως το 2009. Επιπλέον, οι συγκεντρώσεις NO₂ παρουσιάζουν πτωτική τάση για το χρονικό διάστημα 2004-2015.

Διαχρονική διακύμανση μέσων ωριαίων τιμών

Έτος/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΑΡ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
2001	19	79	73	51	38	11	38	38	35	45	95	68	40
2002	19	73	71	51	40	11	41	37	43	47	92	65	42
2003	20	62	69	47	40	11	36	31	36	46	83	54	44
2004	22	65	70	50	37	10	42	32	43	43	88	64	49
2005	23	63	71	48	40	12	37	32	39	45	89	67	41
2006	23	61	68	45	38	13	36	31	35	44	86	66	41
2007	22	68	65	43	36	13	35	34	29	42	100	72	42
2008	21	63	49	46	33	12	35	31	28	42	92	60	40
2009	18	66	41	46	35	11	32	33	26	33	91	71	43
2010	13	44	48	44	37	10	30	22	22	26	83	46	36
2011	12	57	33	34	30	7	26	22	23	31	73	44	28
2012	9	51	54	35	30	7	21	21	28	30	64	41	26
2013	8	43	50	37	32	8	20	21	25	28	52	36	27
2014	8	41	52	39	31	9	22	24	25	32	53	33	26
2015	11	41	53	34	24	8	24	19	25	28	67	52	28

Πίνακας 4-7 Διαχρονική διακύμανση μέσων ωριαίων τιμών για το χρονικό διάστημα 2001-2015

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

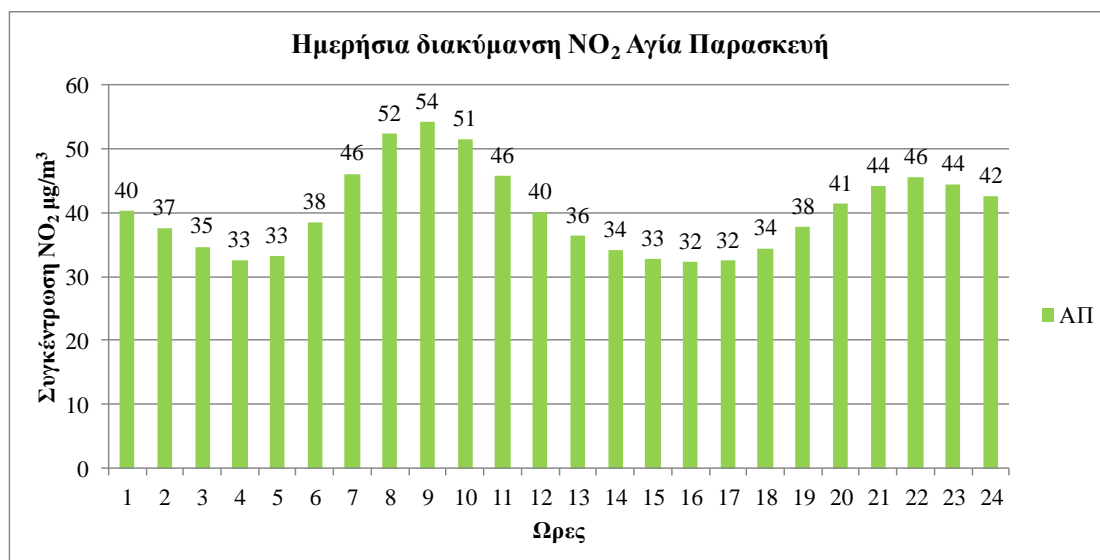
Αρχικά, εννιά σταθμοί καταγράφουν υπέρβαση τις οριακή τιμές για την μέση ωριαία τιμή συγκέντρωσης NO₂, εκ των οποίων μόνο ο σταθμός Πατησίων υπερβαίνει το όριο των 18 υπερβάσεων ανά έτος. Στην συνέχεια, σε 9 σταθμούς καταγράφεται υπέρβαση της ετήσιας οριακής τιμής ενώ το όριο ανοχής σε 6, με χαρακτηριστικότερους του σταθμούς Πατησίων και Αθηνάς. Αμφότεροι οι σταθμοί χαρακτηρίζονται ως αστικοί-κυκλοφορίας και καταγράφουν υπέρβαση την οριακής τιμής στο σύνολο των ετών καταγραφής.

4.2.2 Στατιστικά στοιχεία χρονικής διακύμανσης NO₂

Στο υπο-κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα που αφορούν την ημερήσια, εβδομαδιαία, ετήσια και διαχρονική διακύμανση του SO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015. Παράλληλα με την διαχρονική διακύμανση εξετάζονται και οι υπερβάσεις της μέσης ετήσιας τιμής.

4.2.2.1 Ημερήσια διακύμανση NO₂

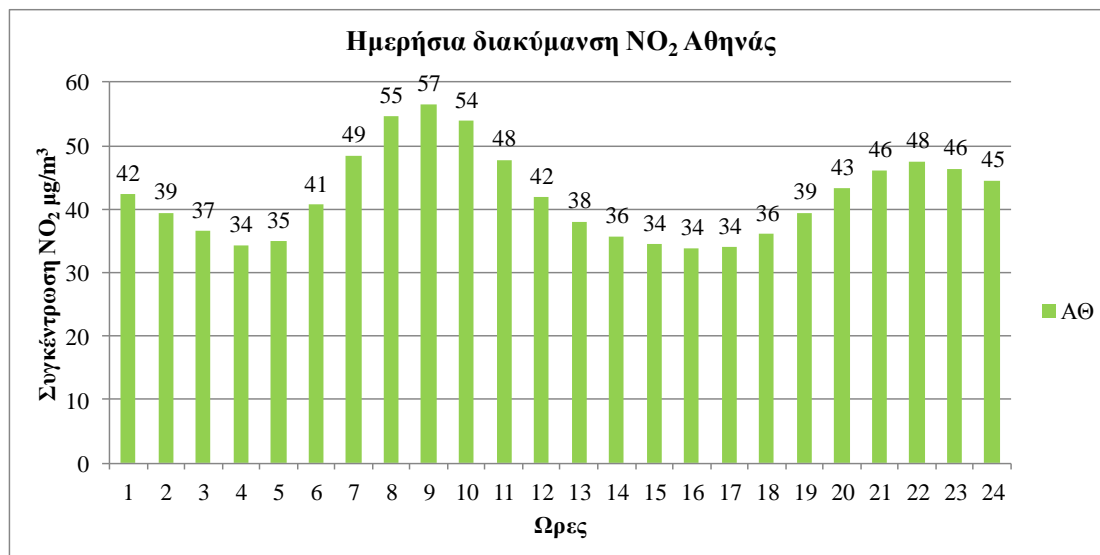
Στον πίνακα 4-9 και στα διαγράμματα 4-68 έως 4-80 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων NO₂ για κάθε ώρα του εικοσιτετραώρου.



Διάγραμμα 0-68 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Αγία Παρασκευή

Σχόλια-Παρατηρήσεις

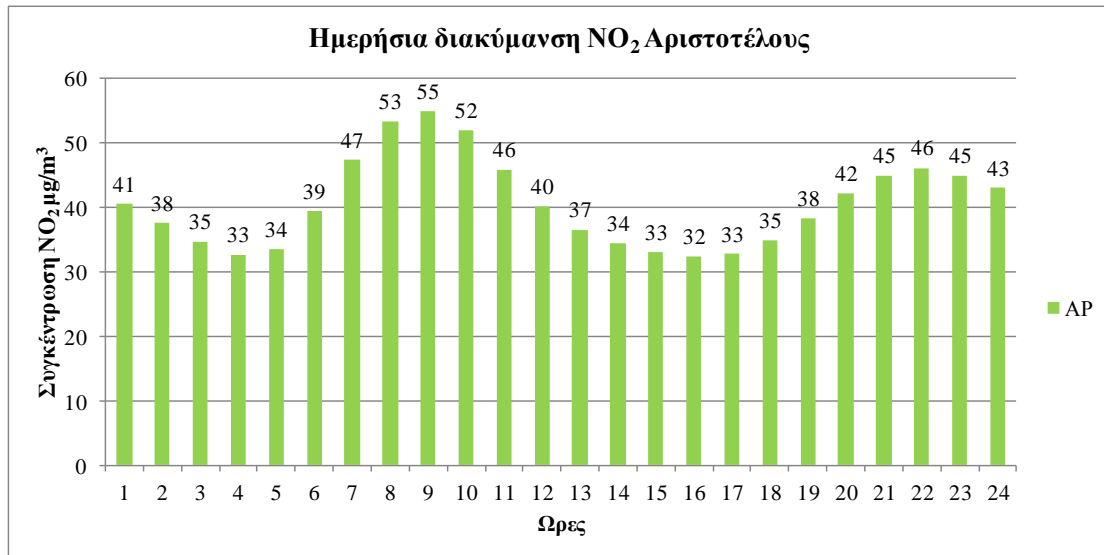
Για τον σταθμό Αγία Παρασκευή καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-69 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Αθηνάς

Σχόλια-Παρατηρήσεις

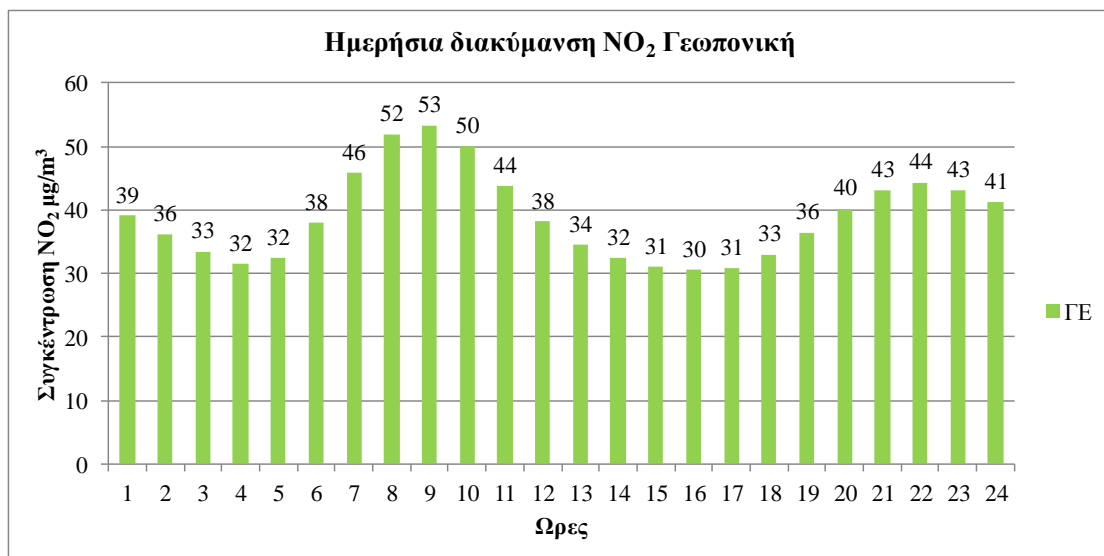
Για τον σταθμό Αθηνάς καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-70 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Αριστοτέλους

Σχόλια-Παρατηρήσεις

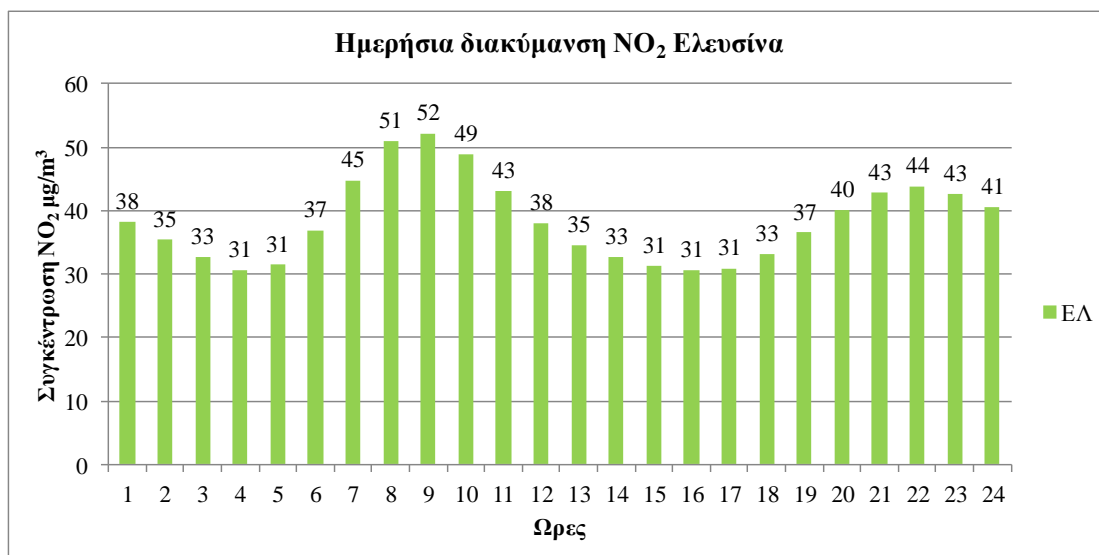
Για τον σταθμό Αριστοτέλους καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-71 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Γεωπονική

Σχόλια-Παρατηρήσεις

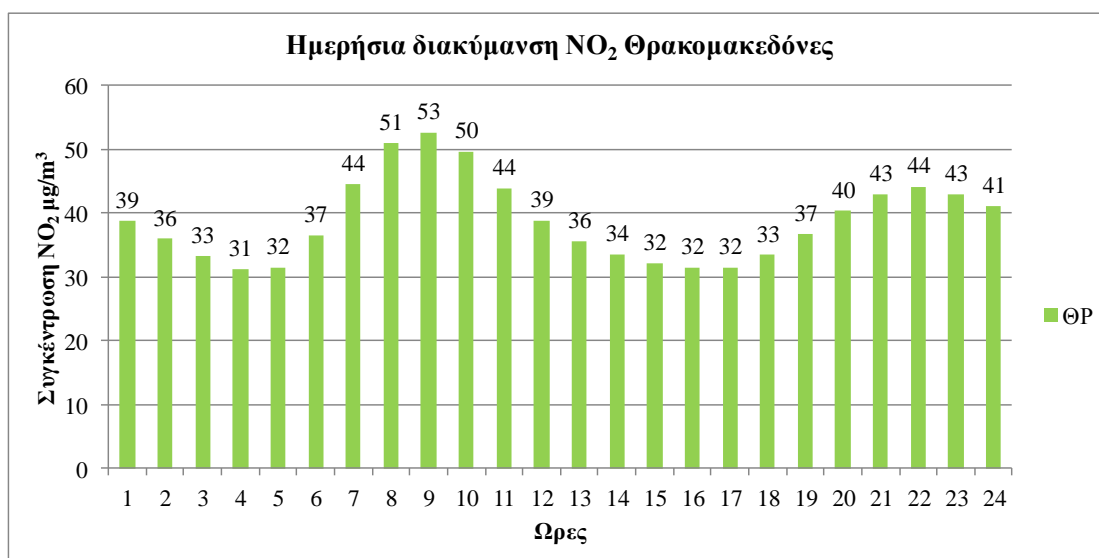
Για τον σταθμό Γεωπονική καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-72 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Ελευσίνα

Σχόλια-Παρατηρήσεις

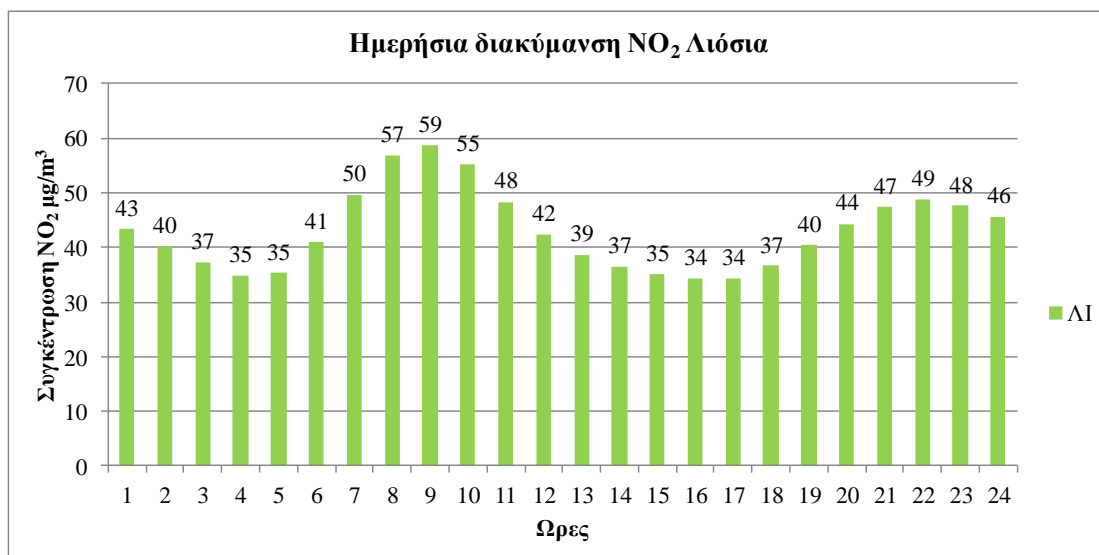
Για τον σταθμό Ελευσίνα καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-73 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Θρακομακεδόνες

Σχόλια-Παρατηρήσεις

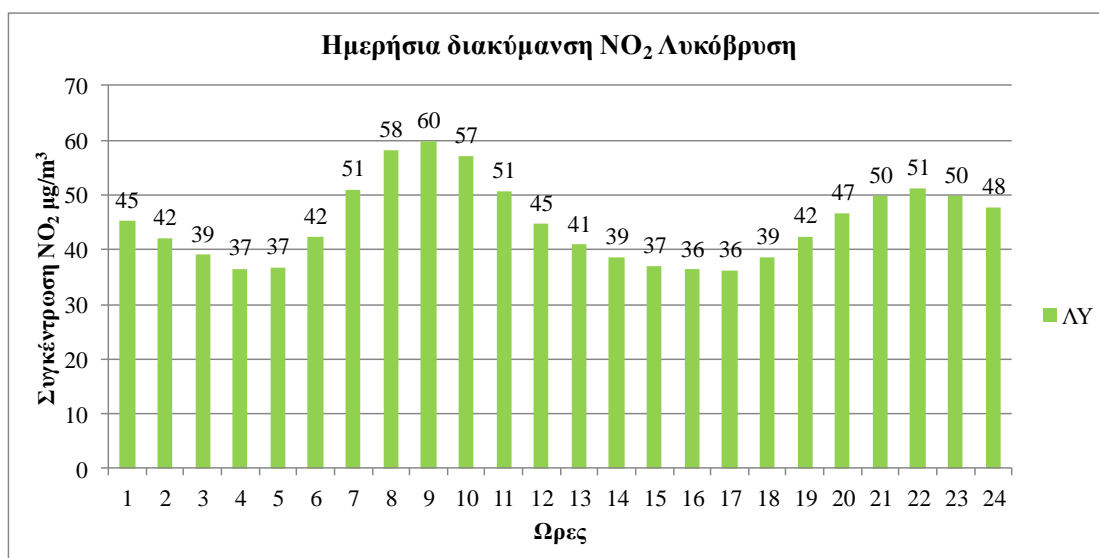
Για τον σταθμό Θρακομακεδόνες καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-74 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Λιόσια

Σχόλια-Παρατηρήσεις

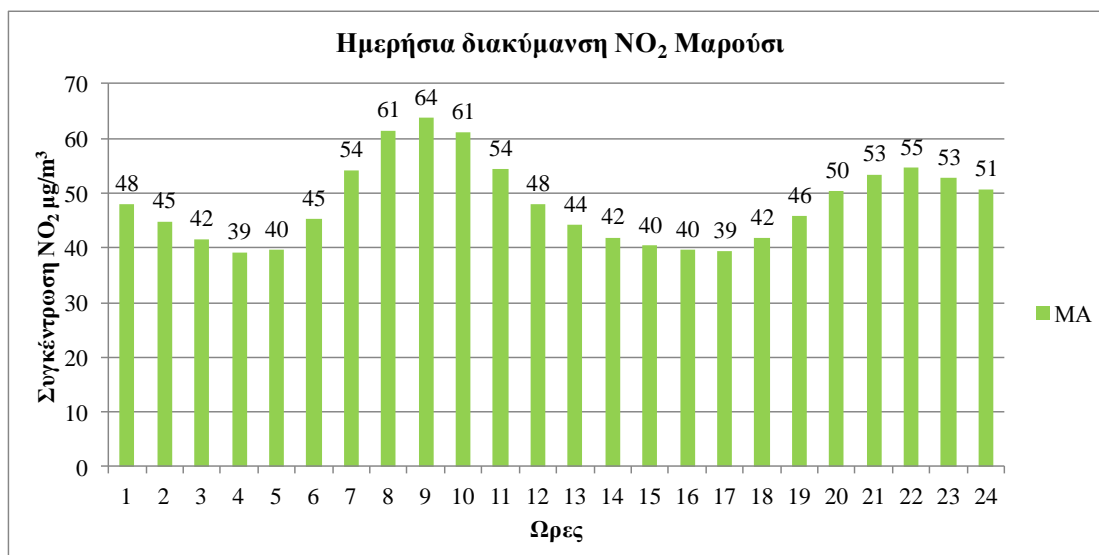
Για τον σταθμό Λιόσια καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-75 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Λυκόβρυση

Σχόλια-Παρατηρήσεις

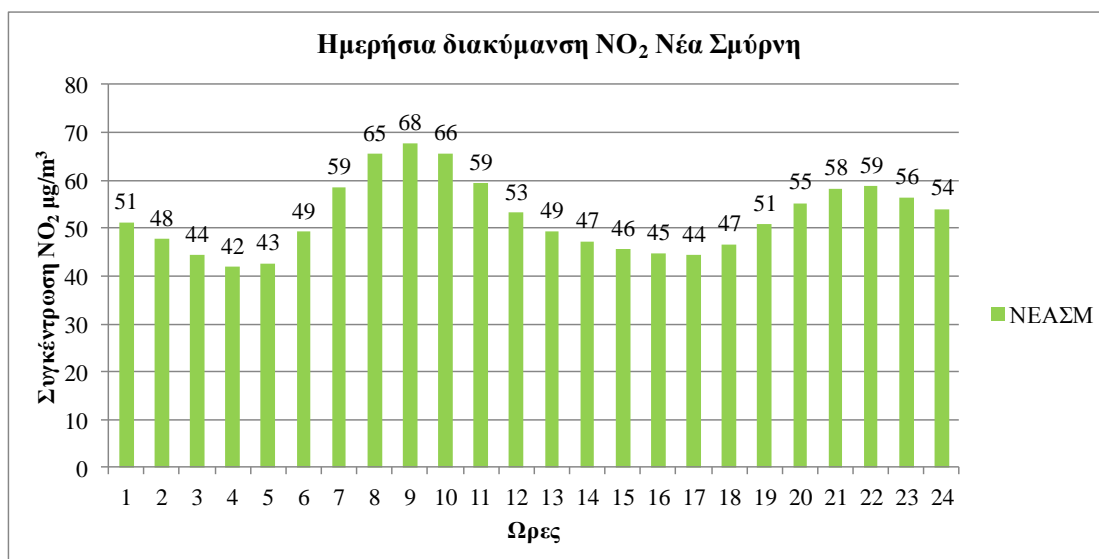
Για τον σταθμό Λυκόβρυση καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-76 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Μαρούσι

Σχόλια-Παρατηρήσεις

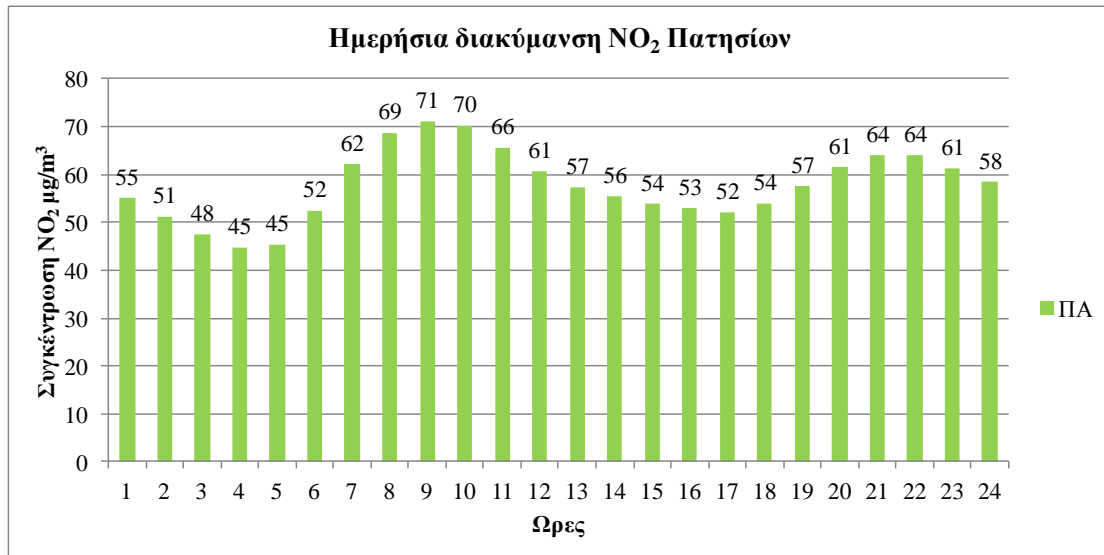
Για τον σταθμό Μαρούσι καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 20:00-01:00.



Διάγραμμα 0-77 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Νέα Σμύρνη

Σχόλια-Παρατηρήσεις

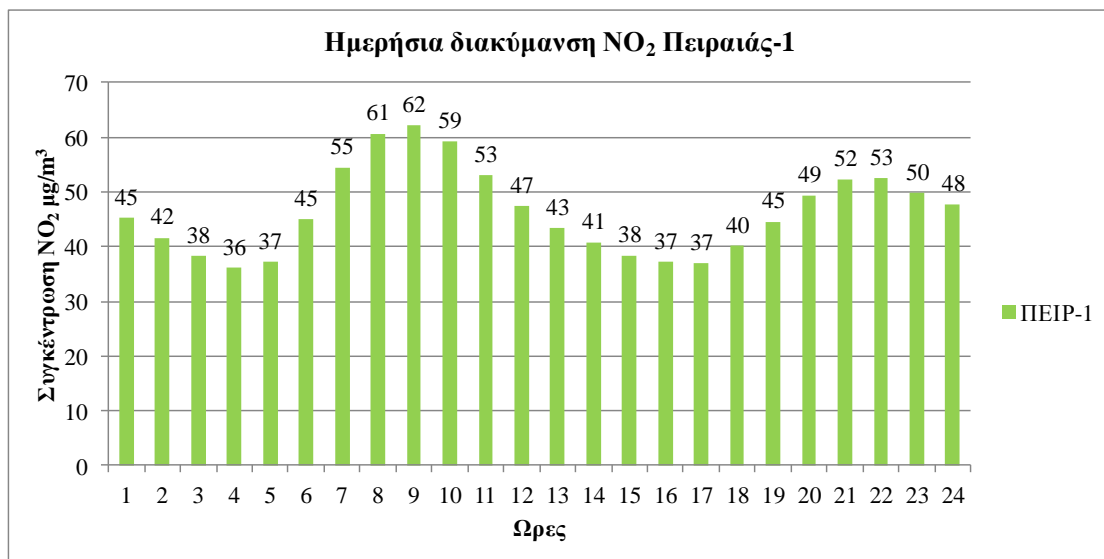
Για τον σταθμό Νέα Σμύρνη καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 19:00-01:00.



Διάγραμμα 0-78 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Πατησίων

Σχόλια-Παρατηρήσεις

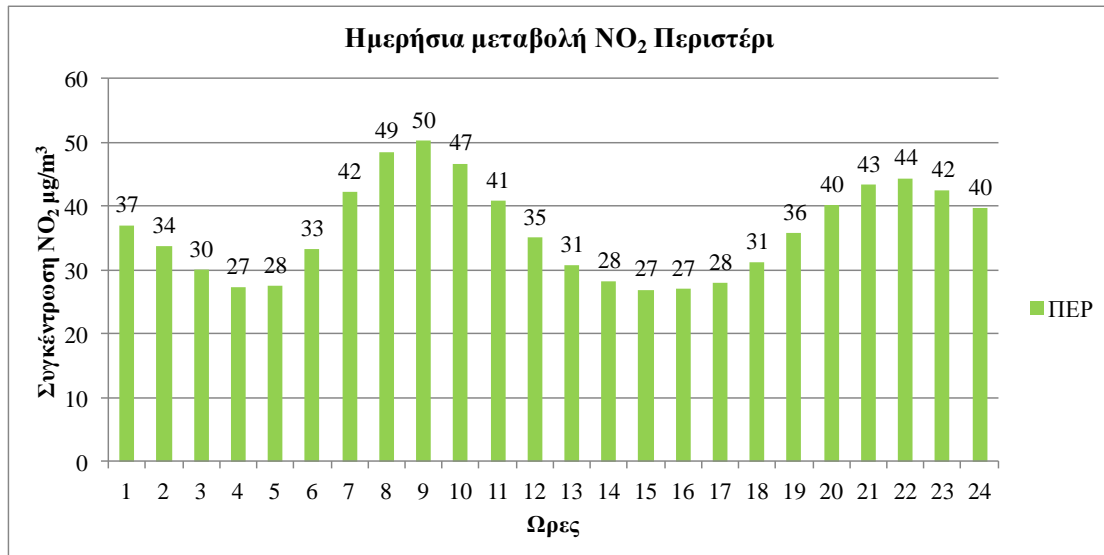
Για τον σταθμό Πατησίων καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-13:00 & 19:00-24:00.



Διάγραμμα 0-79 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Πειραιάς-1

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Για τον σταθμό Πειραιάς-1 καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 06:00-12:00 & 19:00-01:00.



Διάγραμμα 0-80 Ημερήσια διακύμανση NO₂ των ωριαίων μέσων συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Περιστέρι

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Για τον σταθμό Περιστέρι καταγράφονται αυξημένες συγκεντρώσεις NO₂ τα χρονικά διαστήματα 07:00-12:00 & 19:00-01:00.

Ημερήσια διακύμανση

Όρα/Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΑΡ	ΓΕ	ΕΑ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
HR1	40	42	41	39	38	39	43	45	48	51	55	45	37
HR2	37	39	38	36	35	36	40	42	45	48	51	42	34
HR3	35	37	35	33	33	33	37	39	42	44	48	38	30
HR4	33	34	33	32	31	31	35	37	39	42	45	36	27
HR5	33	35	34	32	31	32	35	37	40	43	45	37	28
HR6	38	41	39	38	37	37	41	42	45	49	52	45	33
HR7	46	49	47	46	45	44	50	51	54	59	62	55	42
HR8	52	55	53	52	51	51	57	58	61	65	69	61	49
HR9	54	57	55	53	52	53	59	60	64	68	71	62	50
HR10	51	54	52	50	49	50	55	57	61	66	70	59	47
HR11	46	48	46	44	43	44	48	51	54	59	66	53	41
HR12	40	42	40	38	38	39	42	45	48	53	61	47	35
HR13	36	38	37	34	35	36	39	41	44	49	57	43	31
HR14	34	36	34	32	33	34	37	39	42	47	56	41	28
HR15	33	34	33	31	31	32	35	37	40	46	54	38	27
HR16	32	34	32	30	31	32	34	36	40	45	53	37	27
HR17	32	34	33	31	31	32	34	36	39	44	52	37	28
HR18	34	36	35	33	33	33	37	39	42	47	54	40	31
HR19	38	39	38	36	37	37	40	42	46	51	57	45	36
HR20	41	43	42	40	40	40	44	47	50	55	61	49	40
HR21	44	46	45	43	43	43	47	50	53	58	64	52	43
HR22	46	48	46	44	44	44	49	51	55	59	64	53	44
HR23	44	46	45	43	43	43	48	50	53	56	61	50	42
HR24	42	45	43	41	41	41	46	48	51	54	58	48	40

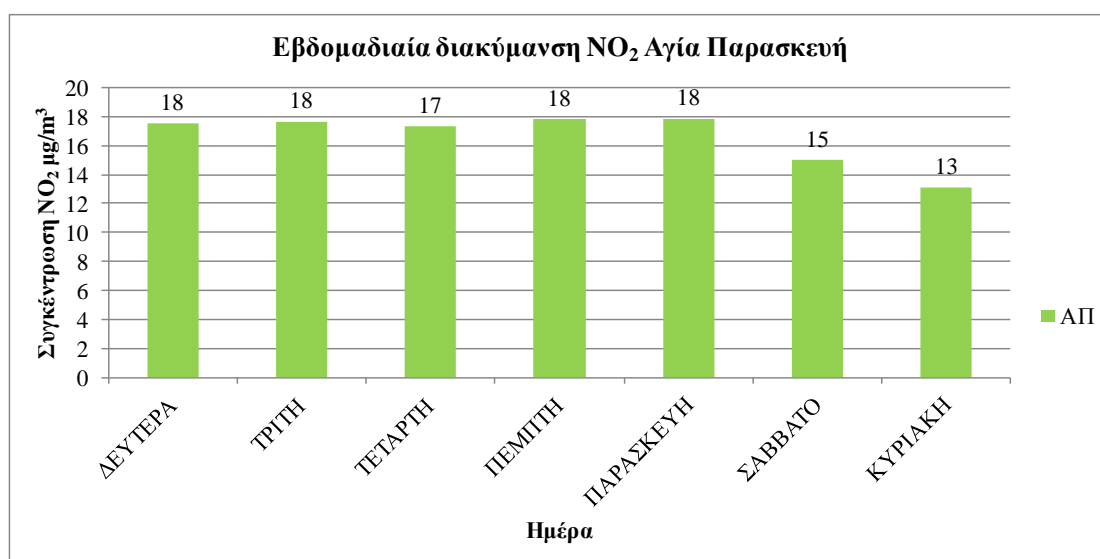
Πίνακας 4-8 Ημερήσιες διακυμάνσεις μέσων ωριαίων NO₂ συγκεντρώσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Η ημερήσια διακύμανση του διοξειδίου του αζώτου NO₂ παρουσιάζει δύο περιόδους υψηλών συγκεντρώσεων μια τις πρωινές ώρες (07:00-12:00) και τις βραδινές ώρες (20:00-01:00).

4.2.2.2 Εβδομαδιαία διακύμανση NO₂

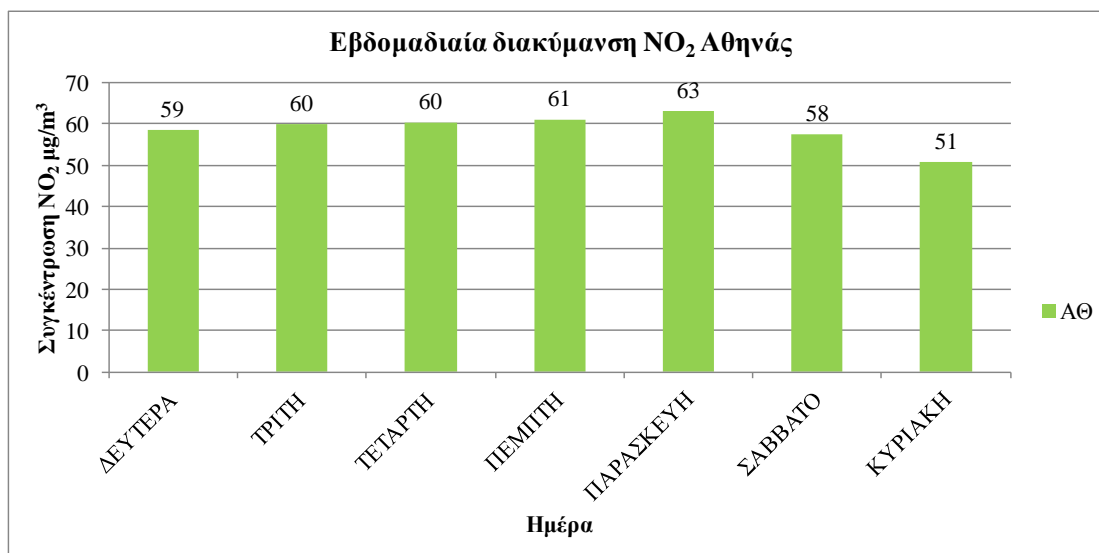
Ο πίνακας 4-10 και τα διαγράμματα 4-81 έως 4-93 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων ωριαίων τιμών συγκέντρωσης για κάθε ημέρα της εβδομάδας.



Διάγραμμα 0-81 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσων ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Αγία Παρασκευή

Σχόλια-Παρατηρήσεις

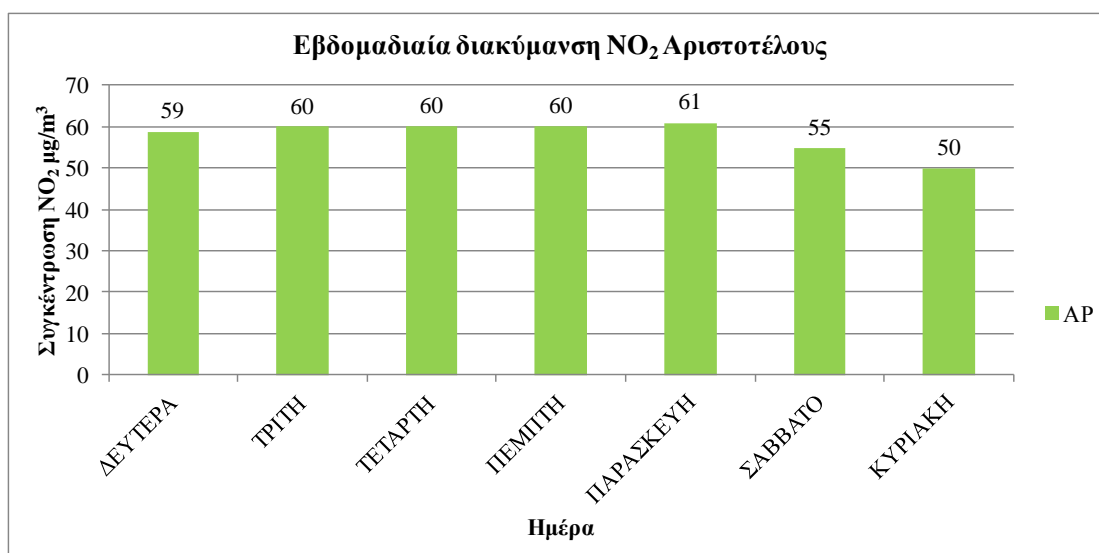
Στον σταθμό Αγία Παρασκευή καταγράφονται υψηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων τις καθημερινές. Αναλυτικότερα, το Σάββατο καταγράφεται μείωση 15% και την Κυριακή 26% σε σύγκριση με τον μέσο όρο των καθημερινών.



Διάγραμμα 0-82 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Αθηνάς

Σχόλια-Παρατηρήσεις

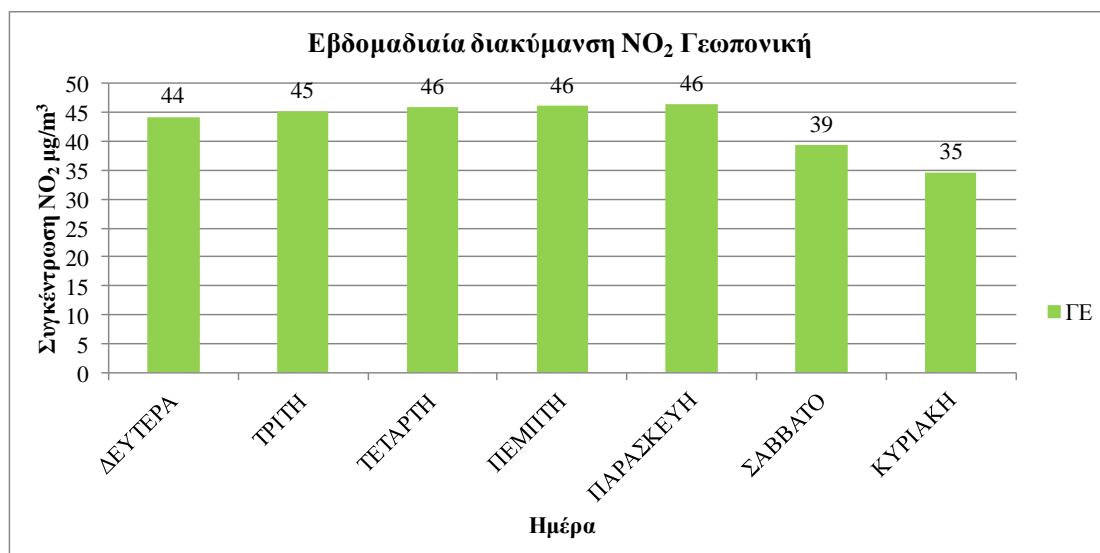
Στον σταθμό Αθηνάς καταγράφονται χαμηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Την Κυριακή καταγράφονται οι χαμηλότερες μέσες ωριαίες συγκεντρώσεις, οι οποίες είναι κατά 16% χαμηλότερες από τον μέσο όρο αντίστοιχων καθημερινών. Ακολουθεί το Σάββατο με 5% χαμηλότερη τιμή από τον μέσο όρο των καθημερινών.



Διάγραμμα 0-83 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Αριστοτέλους

Σχόλια-Παρατηρήσεις

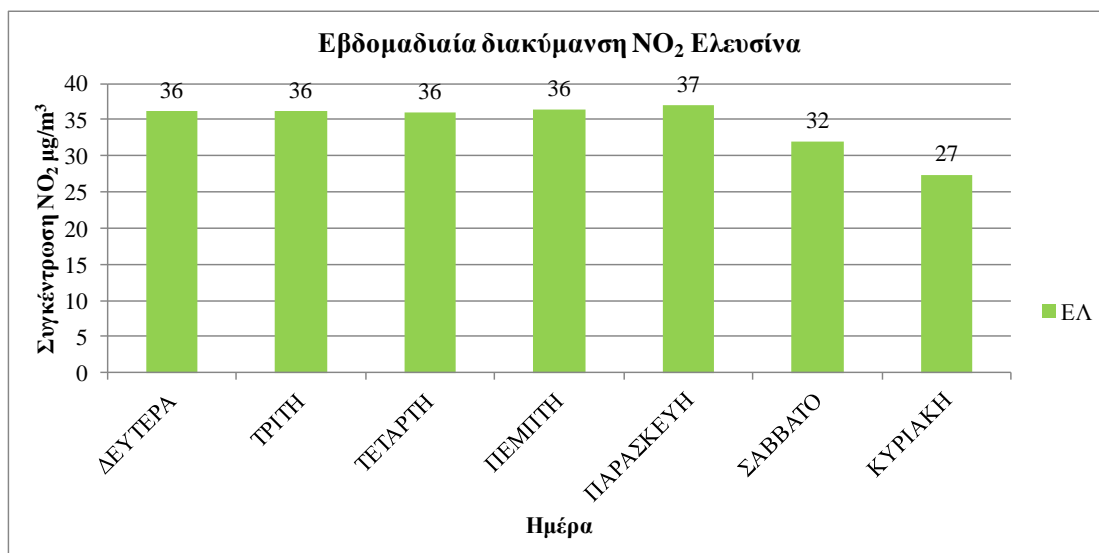
Στον σταθμό Αριστοτέλους καταγράφονται χαμηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Σε σύγκριση με τον μέσο όρο των καθημερινών, το Σάββατο καταγράφεται μείωση 8,5% και 17% την Κυριακή.



Διάγραμμα 0-84 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσων ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Γεωπονική

Σχόλια-Παρατηρήσεις

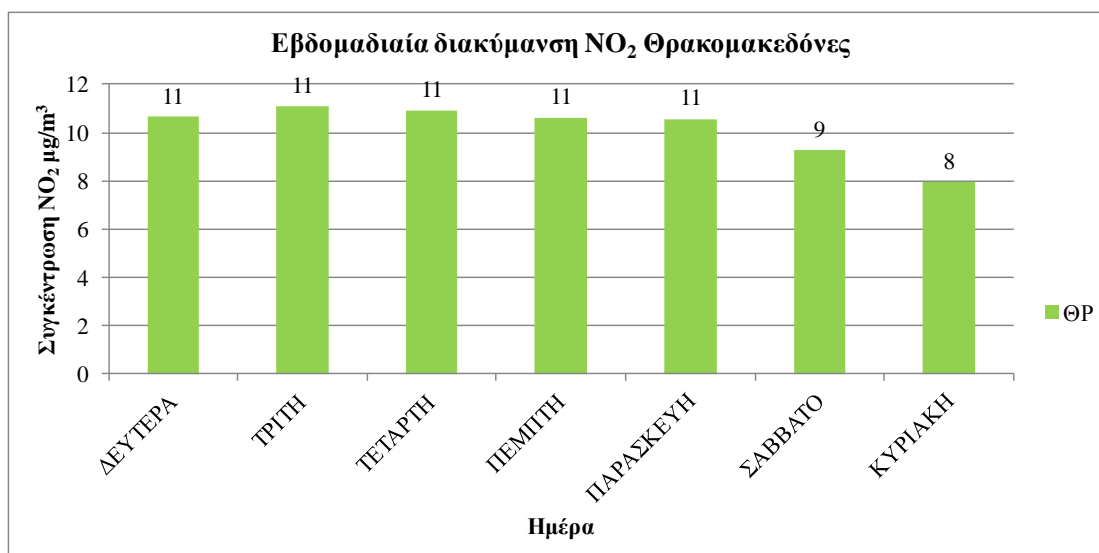
Στον σταθμό Γεωπονική καταγράφονται υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις καθημερινές. Μεγαλύτερη διακύμανση από τον μέσο όρο των καθημερινών παρουσιάζεται την Κυριακή, όπου οι μέσες ωριαίες συγκεντρώσεις καταγράφουν μείωση κατά 24% και ακολουθεί το Σάββατο με μείωση κατά 14%.



Διάγραμμα 0-85 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Ελευσίνα

Σχόλια-Παρατηρήσεις

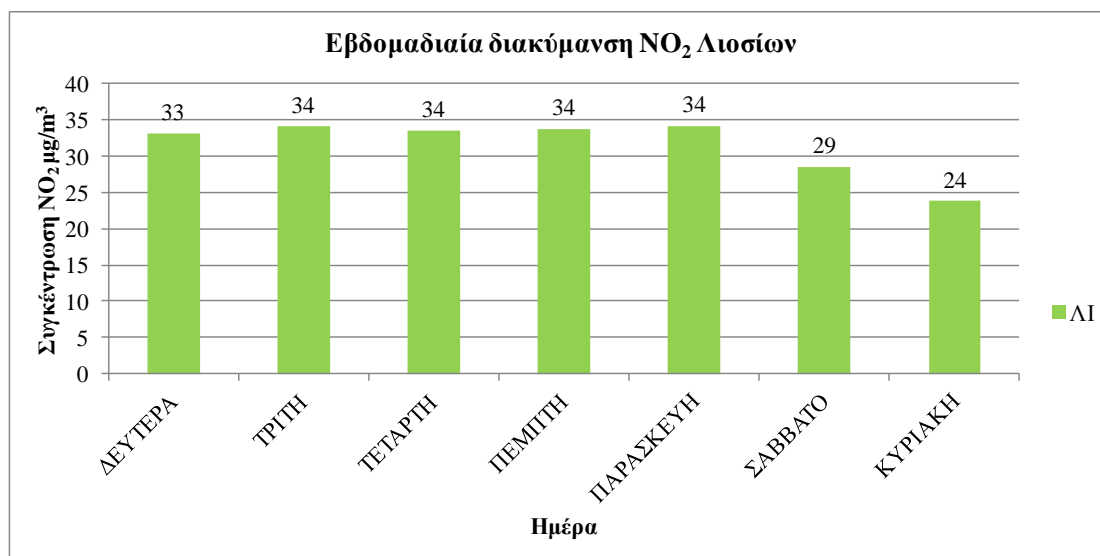
Στον σταθμό Ελευσίνα καταγράφονται χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Για τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή καταγράφεται μείωση από την μέση συγκέντρωση τις καθημερινές αντίστοιχα κατά 4,3 µg/m³ & 8,93 µg/m³.



Διάγραμμα 0-86 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Θρακομακεδόνες

Σχόλια-Παρατηρήσεις

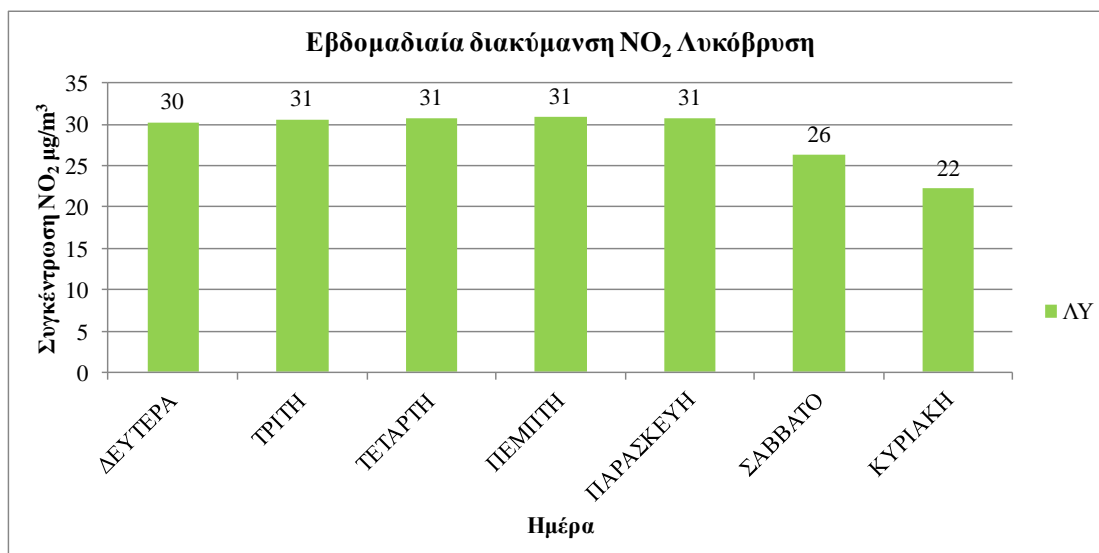
Στον σταθμό Θρακομακεδόνες για το χρονικό διάστημα 2001-2015, καταγράφονται χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Γενικότερα στο σταθμό καταγράφονται χαμηλές συγκεντρώσεις.



Διάγραμμα 0-87 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Λιοσίων

Σχόλια-Παρατηρήσεις

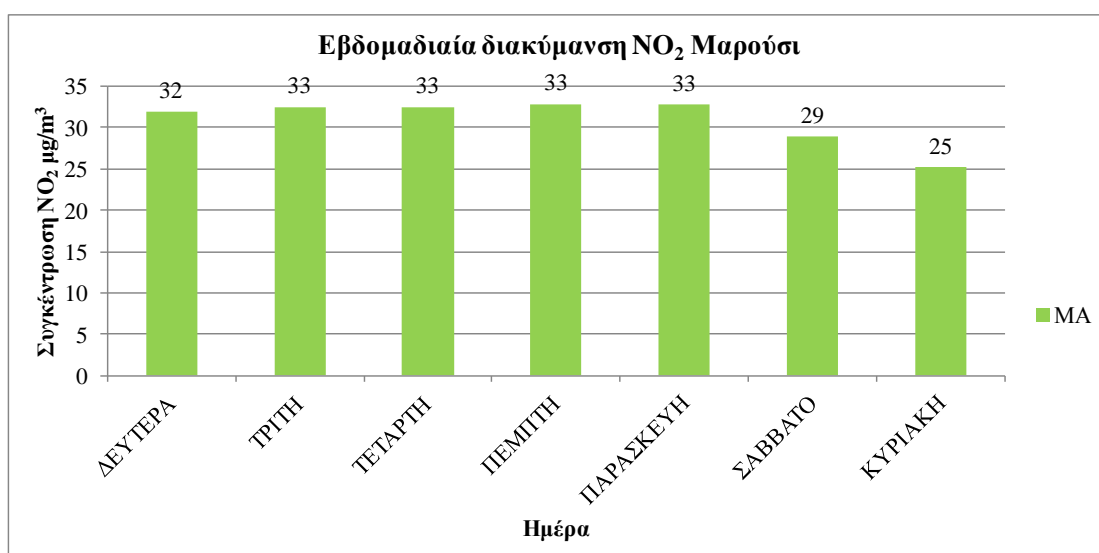
Στον σταθμό Θρακομακεδόνες για το χρονικό διάστημα 2001-2015, καταγράφονται χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Συγκεκριμένα από τον μέσο όρο των καθημερινών το Σάββατο παρουσιάζεται μείωση κατά 15% και την Κυριακή κατά 30%.



Διάγραμμα 0-88 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Λυκόβρυση

Σχόλια-Παρατηρήσεις

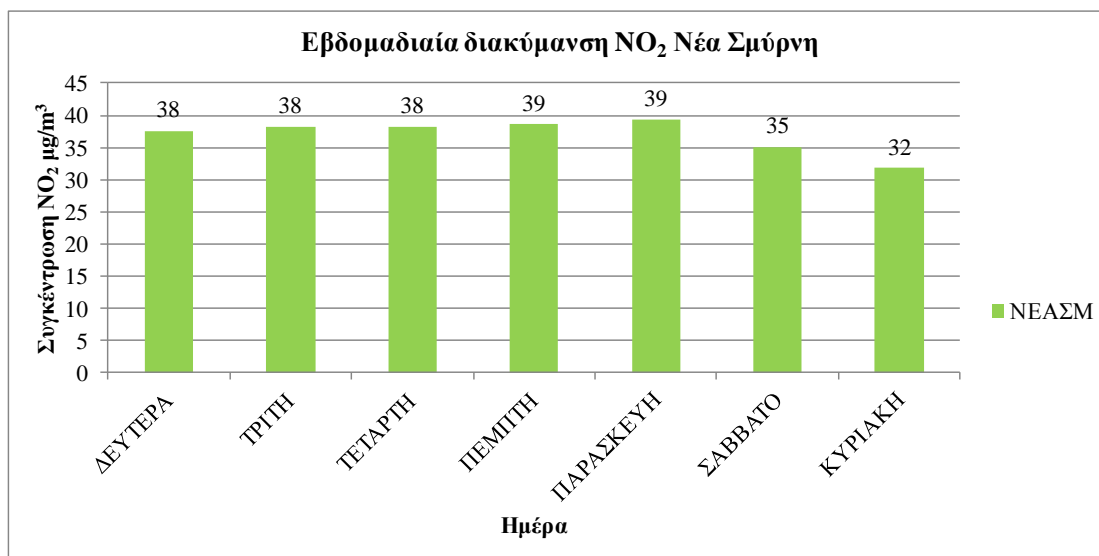
Στον σταθμό Λυκόβρυση για το χρονικό διάστημα 2001-2015, καταγράφονται υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις καθημερινές. Συγκεκριμένα από τον μέσο όρο των καθημερινών το Σάββατο παρουσιάζεται μείωση κατά 4% και την Κυριακή κατά 22%.



Διάγραμμα 0-89 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Μαρούσι

Σχόλια-Παρατηρήσεις

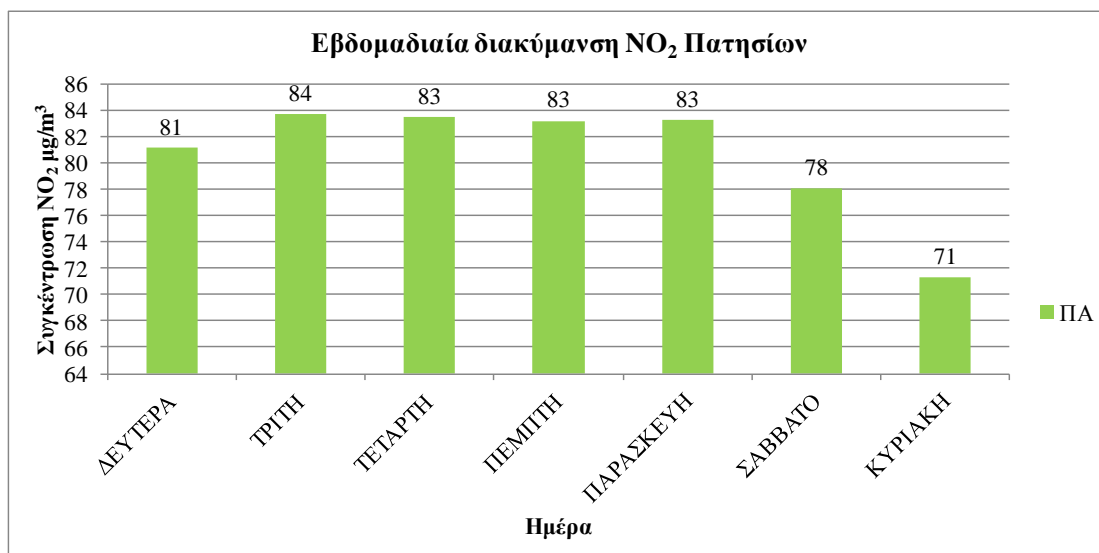
Στον σταθμό Μαρούσι για το χρονικό διάστημα 2001-2015, καταγράφονται υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις καθημερινές. Συγκεκριμένα από τον μέσο όρο των καθημερινών το Σάββατο παρουσιάζεται μείωση των συγκεντρώσεων κατά 11% και την Κυριακή κατά 23%.



Διάγραμμα 0-90 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Νέα Σμύρνη

Σχόλια-Παρατηρήσεις

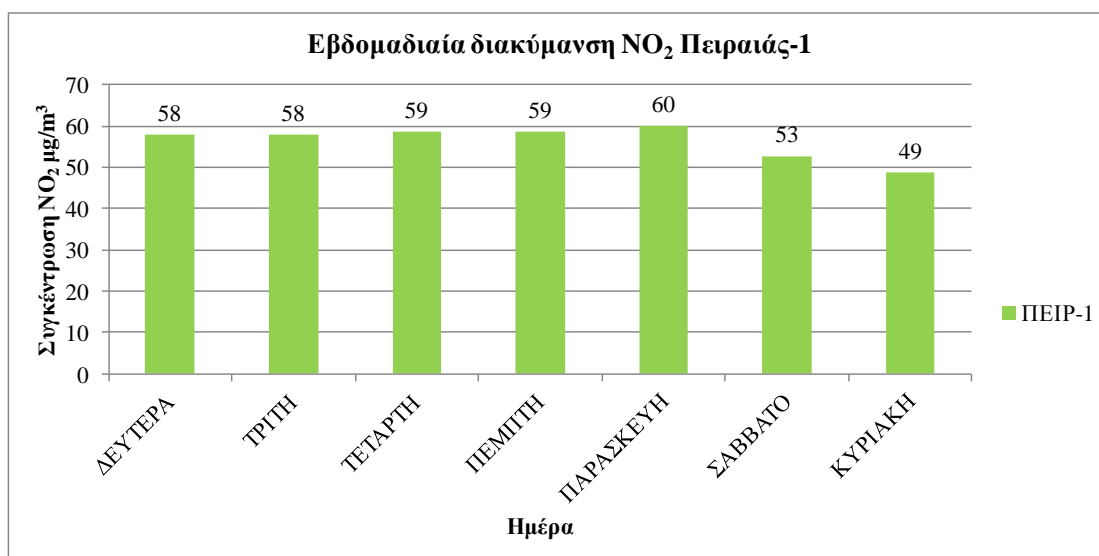
Στον σταθμό Νέα Σμύρνη για το χρονικό διάστημα 2001-2015, καταγράφονται υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις καθημερινές. Την Κυριακή παρουσιάζεται μείωση των συγκεντρώσεων κατά 17% και το Σάββατο κατά 8,5% σε σύγκριση με τον μέσο όρο των καθημερινών.



Διάγραμμα 0-91 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Πατησίων

Σχόλια-Παρατηρήσεις

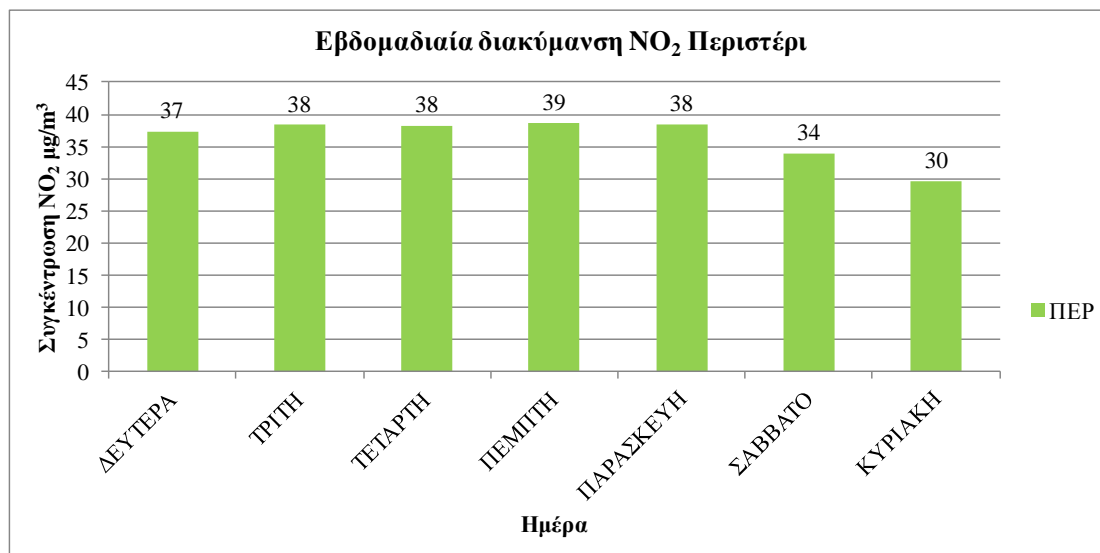
Στον σταθμό Πατησίων καταγράφονται υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις καθημερινές. Μεγαλύτερη διακύμανση από τον μέσο όρο των καθημερινών παρουσιάζεται την Κυριακή, όπου οι μέσες ωριαίες συγκεντρώσεις καταγράφουν μείωση κατά 14% και ακολουθεί το Σάββατο με μείωση κατά 5%.



Διάγραμμα 0-92 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Πειραιάς-1

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Πειραιάς-1 καταγράφονται χαμηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Την Κυριακή καταγράφονται οι χαμηλότερες μέσες ωριαίες συγκεντρώσεις, οι οποίες είναι κατά 17% χαμηλότερες από τον μέσο όρο αντίστοιχων καθημερινών. Ακολουθεί το Σάββατο με 5% χαμηλότερη τιμή από τον μέσο όρο των καθημερινών.



Διάγραμμα 0-93 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσων ημερήσιων τιμών NO₂ στο χρονικό διάστημα 2001-2015 για το σταθμό Περιστερί

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Περιστερί για το χρονικό διάστημα 2001-2015, καταγράφονται υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης τις καθημερινές. Συγκεκριμένα από τον μέσο όρο των καθημερινών το Σάββατο παρουσιάζεται μείωση κατά 11% και την Κυριακή κατά 22%.

Εβδομαδιαία διακύμανση													
Ημέρα/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΑΡ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
ΔΕΥΤΕΡΑ	18	59	59	44	36	11	33	30	32	38	81	58	37
ΤΡΙΤΗ	18	60	60	45	36	11	34	31	33	38	84	58	38
ΤΕΤΑΡΤΗ	17	60	60	46	36	11	34	31	33	38	83	59	38
ΠΕΜΠΤΗ	18	61	60	46	36	11	34	31	33	39	83	59	39
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	18	63	61	46	37	11	34	31	33	39	83	60	38
ΣΑΒΒΑΤΟ	15	58	55	39	32	9	29	26	29	35	78	53	34
ΚΥΡΙΑΚΗ	13	51	50	35	27	8	24	22	25	32	71	49	30

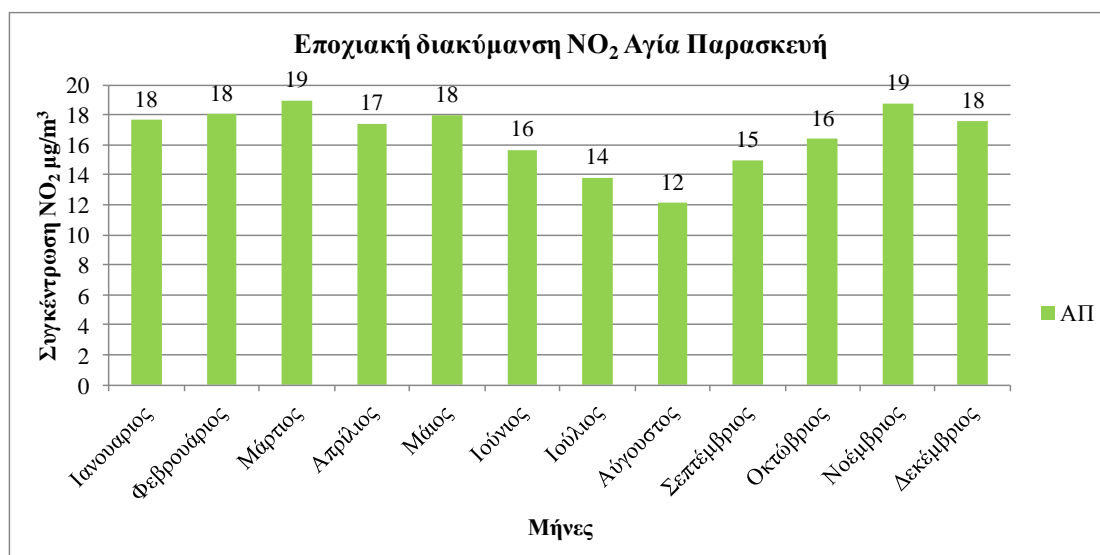
Πίνακας 4-9 Εβδομαδιαίας διακύμανσης μέσω ωριαίων τιμών για το χρονικό διάστημα 2001-2015

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Γενικότερα για το σύνολο των σταθμών διαπιστώνεται πως τις καθημερινές οι συγκεντρώσεις είναι υψηλότερες σε σύγκριση με το Σάββατο και την Κυριακή.

4.2.2.3 Εποχιακή διακύμανση NO₂

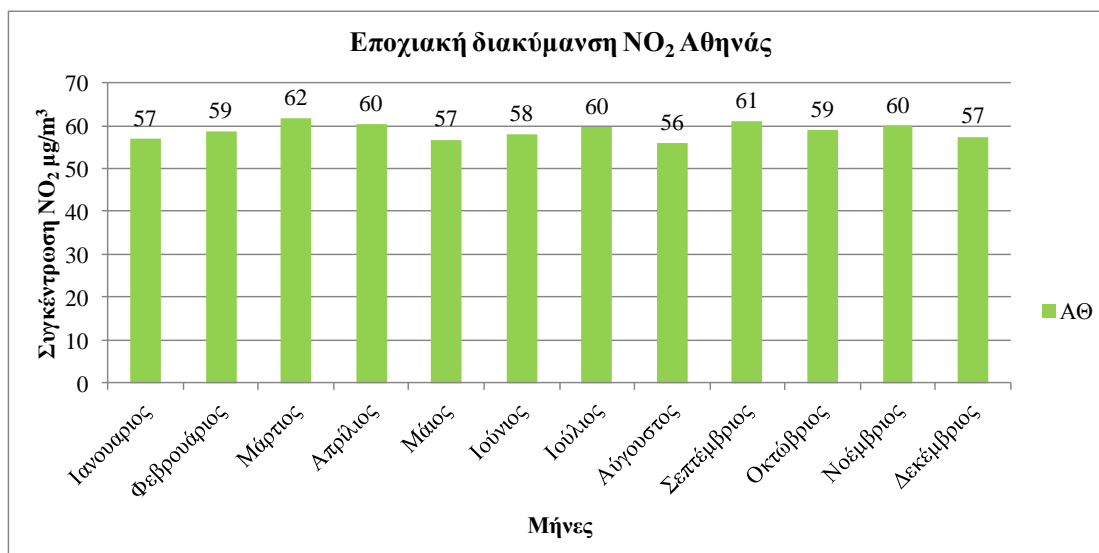
Ο πίνακας 4-11 και τα διαγράμματα 4-94 έως 4-106 αναφέρονται στην διακύμανση των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων μεταξύ των μηνών ενός έτους.



Διάγραμμα 0-94 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Αγία Παρασκευή για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

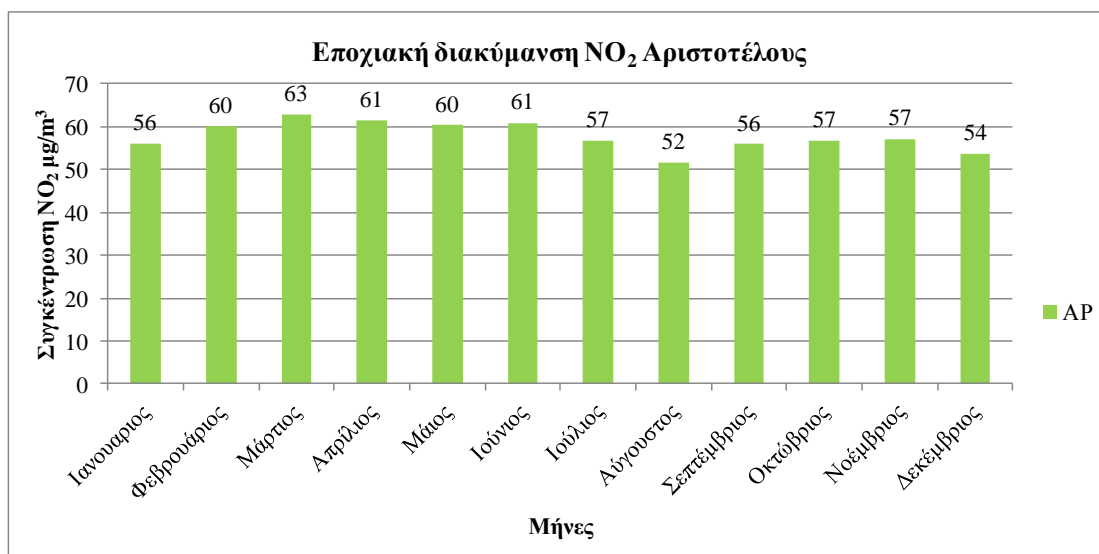
Κατά τους θερινούς μήνες παρατηρείται χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεως NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015.



Διάγραμμα 0-95 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Αθηνάς για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

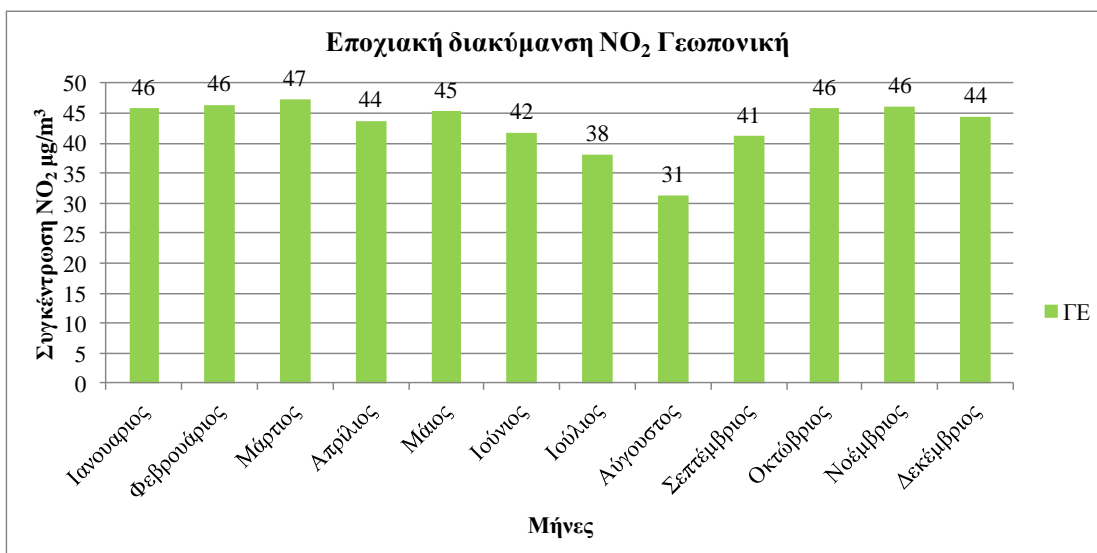
Για τον σταθμό Αθηνάς δεν εντοπίζεται ιδιαίτερη διακύμανση των τιμών για την χρονική περίοδο 2001-2015.



Διάγραμμα 0-96 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Αριστοτέλους για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

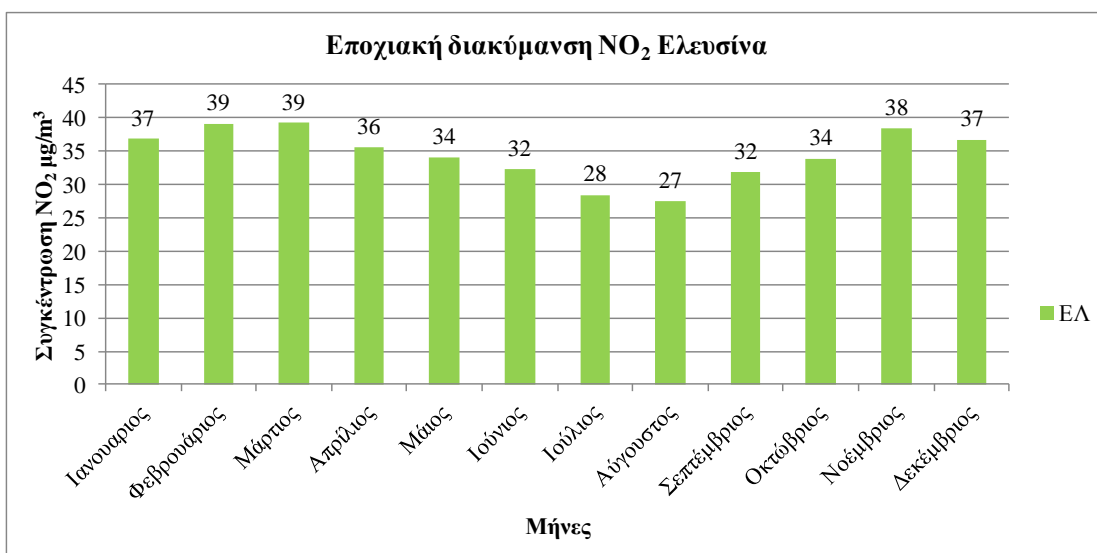
Για τον σταθμό Αριστοτέλους εντοπίζεται μικρή μείωση των τιμών κατά τον μήνα Αύγουστο για την χρονική περίοδο 2001-2015.



Διάγραμμα 0-97 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Γεωπονική για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Για τον σταθμό Γεωπονική καταγράφεται μείωση των συγκεντρώσεων κατά τους θερινούς μήνες για την χρονική περίοδο 2001-2015.



Διάγραμμα 0-98 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Ελευσίνα για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

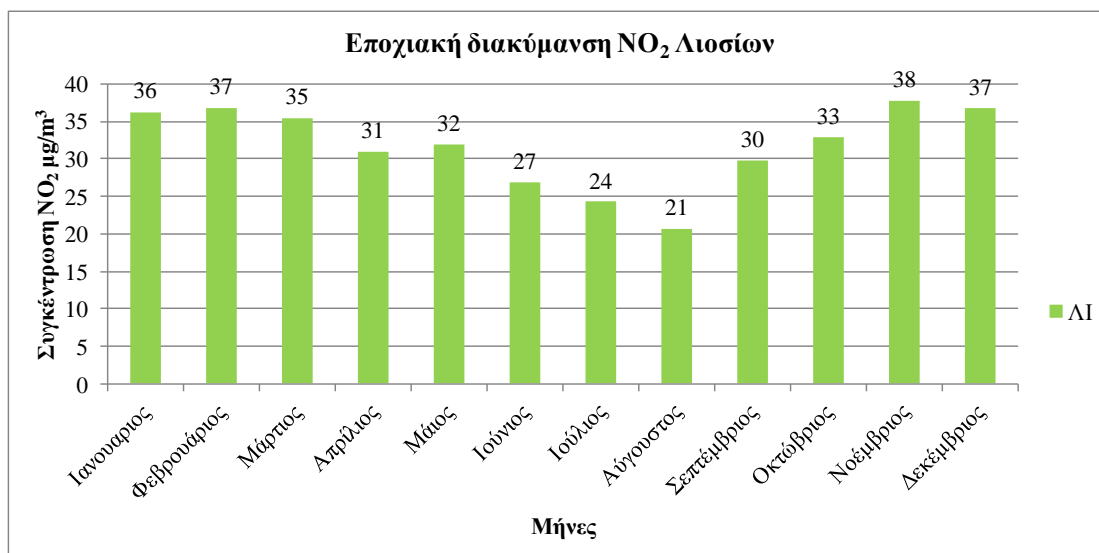
Για τον σταθμό Ελευσίνα καταγράφονται χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεων κατά τους θερινούς μήνες, με χαμηλότερο τον Αύγουστο.



Διάγραμμα 0-99 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Θρακομακεδόνες για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

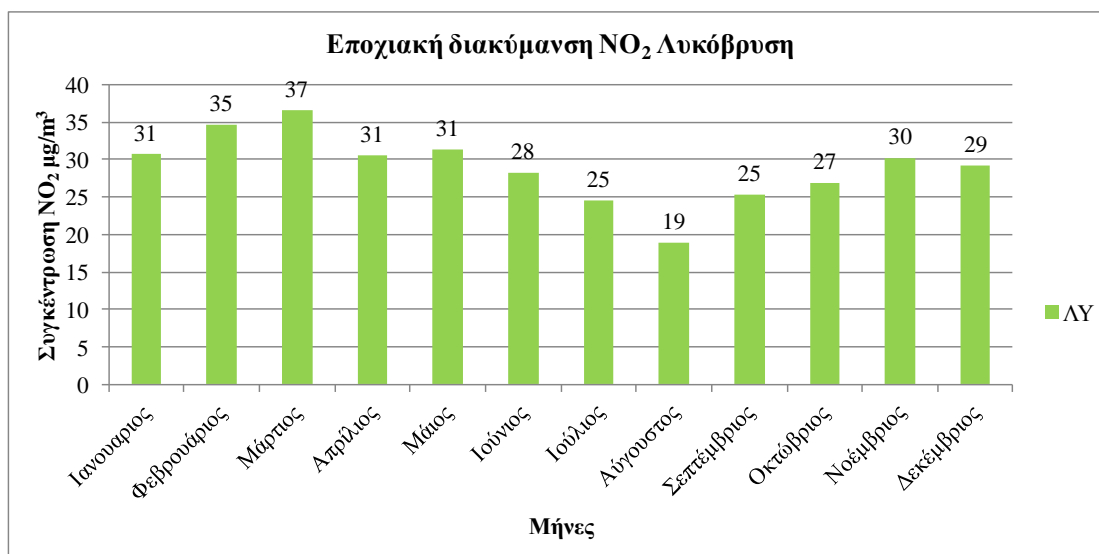
Για τον σταθμό Θρακομακεδόνες παρουσιάζεται μείωση των τιμών συγκεντρώσεις τους καλοκαιρινούς μήνες.



Διάγραμμα 0-100 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Λιοσίων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

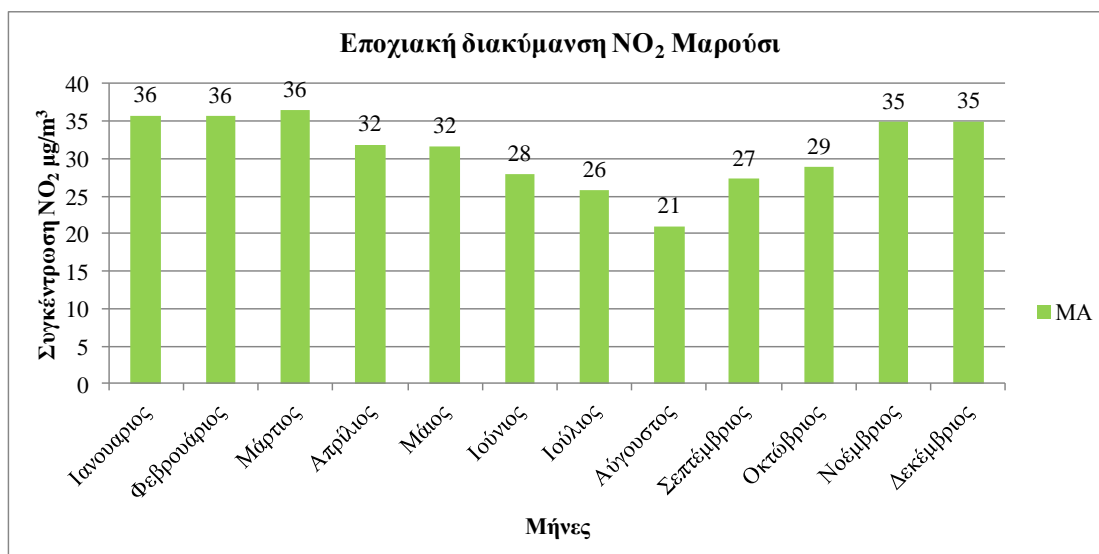
Για τον σταθμό Λιοσίων γίνεται εμφανείς η μείωση των τιμών συγκεντρώσεις τους θερινούς μήνες.



Διάγραμμα 0-101 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Λυκόβρυση για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

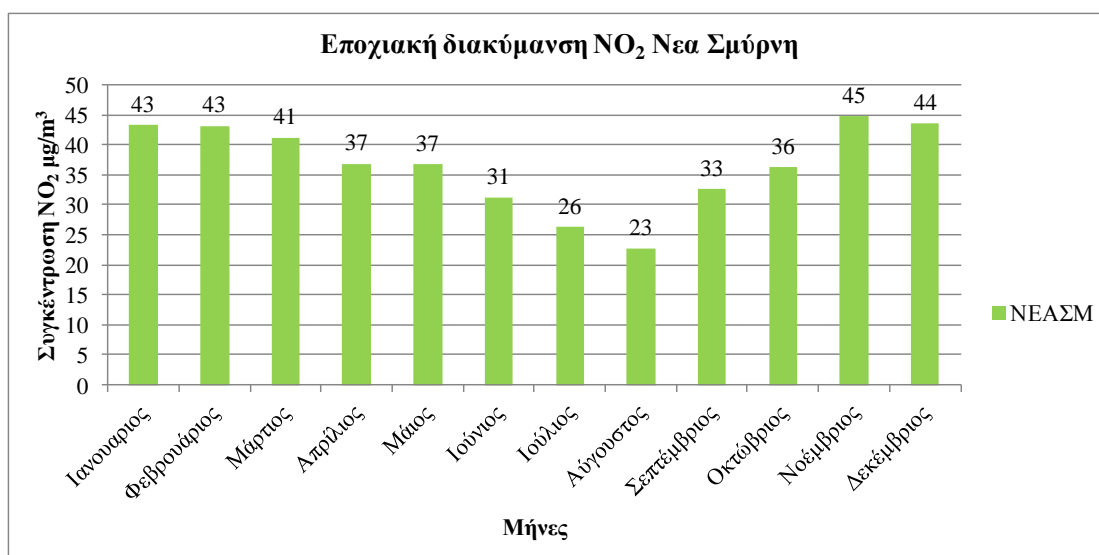
Για τον σταθμό Λυκόβρυση καταγράφεται κατά τους θερινούς μήνες σημαντική μείωση των συγκεντρώσεων, με τις χαμηλότερες να εμφανίζονται το μήνα Αύγουστο.



Διάγραμμα 0-102 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Μαρούσι για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

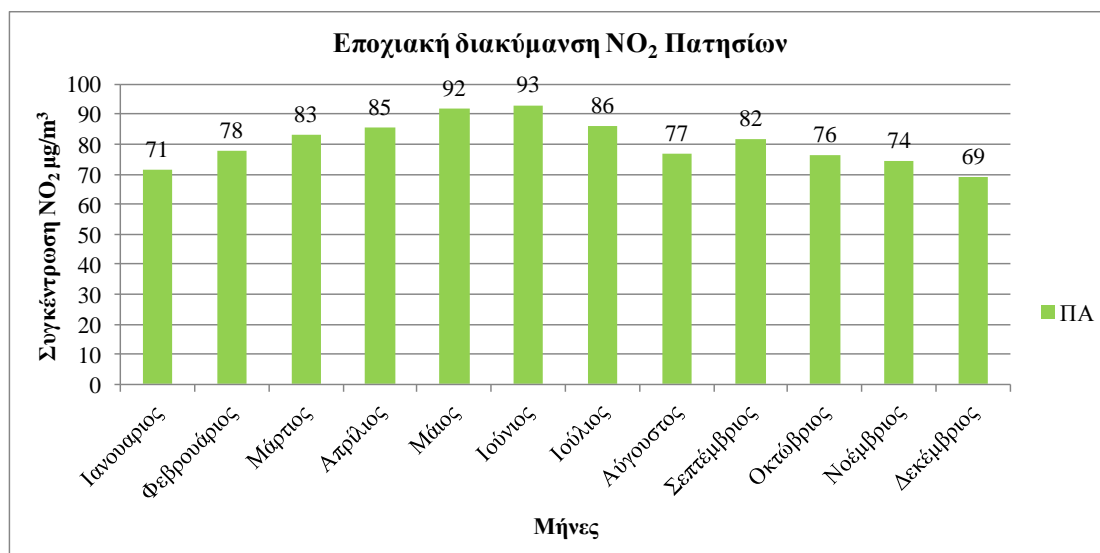
Κατά τους θερινούς μήνες στο σταθμό Μαρούσι παρουσιάζεται μείωση των συγκεντρώσεων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, την χρονική περίοδο 2001-2015.



Διάγραμμα 0-103 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Νέα Σμύρνη για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

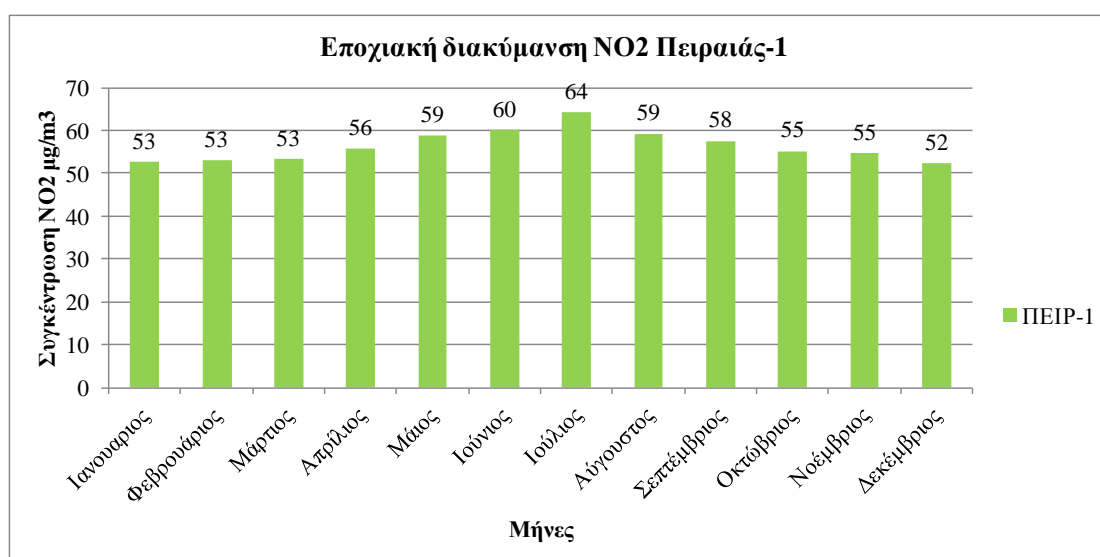
Για την χρονική περίοδο 2001-2015 στο σταθμό Νέα Σμύρνη οι συγκεντρώσεις παρουσιάζουν μείωση τους θερινούς μήνες. Οι χαμηλότερες τιμές συγκεντρώσεις εντοπίζονται το μήνα Αύγουστο.



Διάγραμμα 0-104 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Πατησίων για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

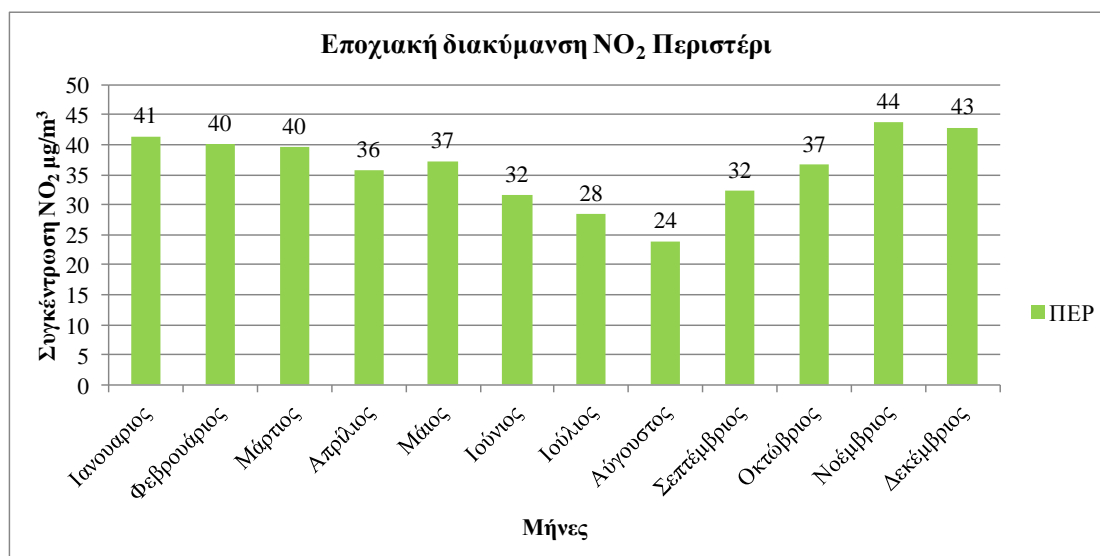
Στο σταθμό Πατησίων υψηλότερες συγκεντρώσεις καταγράφονται την περίοδο από Μάρτιο έως Ιούλιο.



Διάγραμμα 0-105 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Πειραιάς-1 για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Πειραιάς-1 καταγράφεται αύξηση των συγκεντρώσεων κατά τους θερινούς μήνες για την περίοδο 2001-2015. Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται τον μήνα Ιούλιο.



Διάγραμμα 0-106 Εποχιακή διακύμανση NO₂ για τον σταθμό Περιστερί για το χρονικό διάστημα 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Περιστερί καταγράφεται μείωση των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων κατά τους θερινούς μήνες.

Εποχιακή διακύμανση μέσων ωριαίων τιμών

Μήνας/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΑΡ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΙΕΡ
Ιανουάριος	18	57	56	46	37	12	36	31	36	45	71	53	41
Φεβρουάριος	18	59	60	46	39	12	37	35	36	45	78	53	40
Μάρτιος	19	62	63	47	39	13	35	37	36	41	83	53	40
Απρίλιος	17	60	61	44	36	11	31	31	32	37	85	56	36
Μάιος	18	57	60	45	34	11	32	31	32	38	92	59	37
Ιούνιος	16	58	61	42	32	8	27	28	28	32	93	60	32
Ιούλιος	14	60	57	38	28	7	24	25	26	27	86	64	28
Αύγουστος	12	56	52	31	27	7	21	19	21	24	77	59	24
Σεπτέμβριος	15	61	56	41	32	9	30	25	27	33	82	58	32
Οκτώβριος	16	59	57	46	34	10	33	27	29	37	76	55	37
Νοέμβριος	19	60	57	46	38	12	38	30	35	44	74	55	44
Δεκέμβριος	18	57	54	44	37	12	37	29	35	44	69	52	43

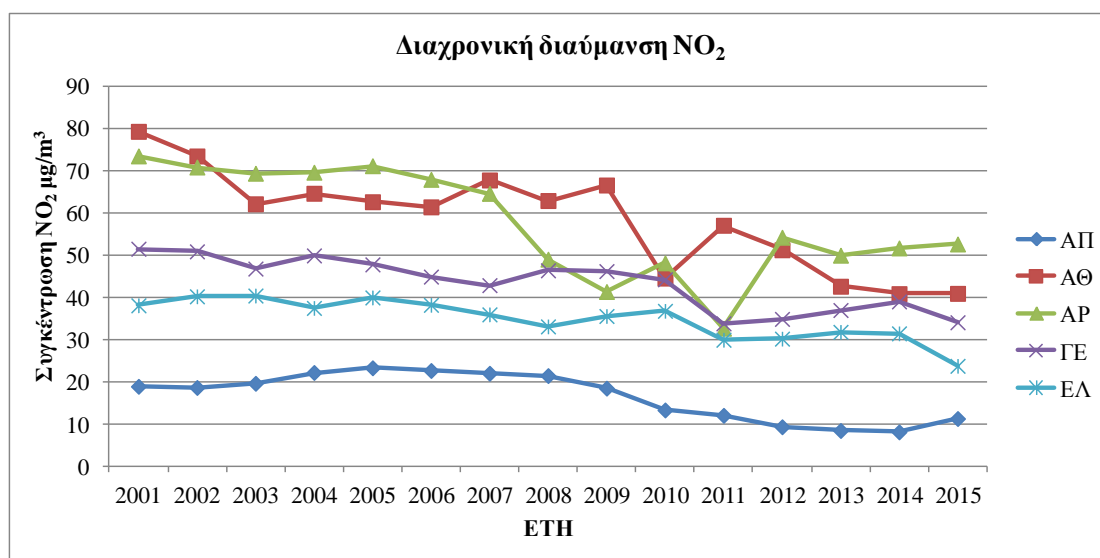
Πίνακας 4-10 Εποχιακή διακύμανση μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων NO₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

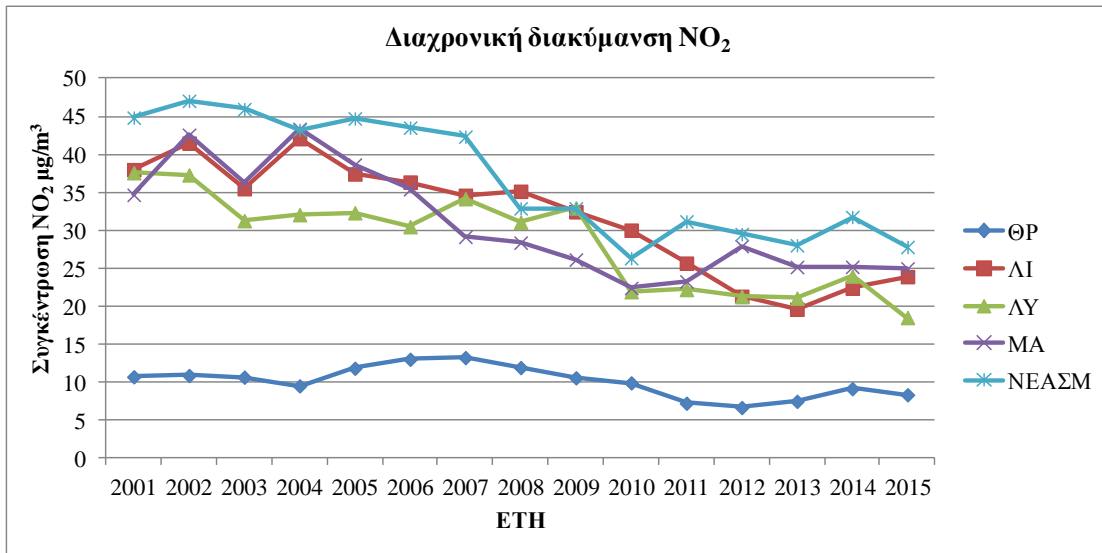
Γενικότερα παρατηρείται μείωση των συγκεντρώσεων NO_2 κατά τους θερινούς μήνες και ιδιαίτερα τον μήνα Αύγουστο. Εξαιρέση αποτελούν οι σταθμοί Πειραιας-1 και Πατησίων όπου παρουσιάζονται αυξημένες συγκεντρώσεις τους μήνες Ιούνιο-Ιούλιο και του σταθμού Αθηνάς όπου δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερη διακύμανση κατά την διάρκεια ενός τυπικού έτους.

4.2.2.4 Διαχρονική διακύμανση NO_2

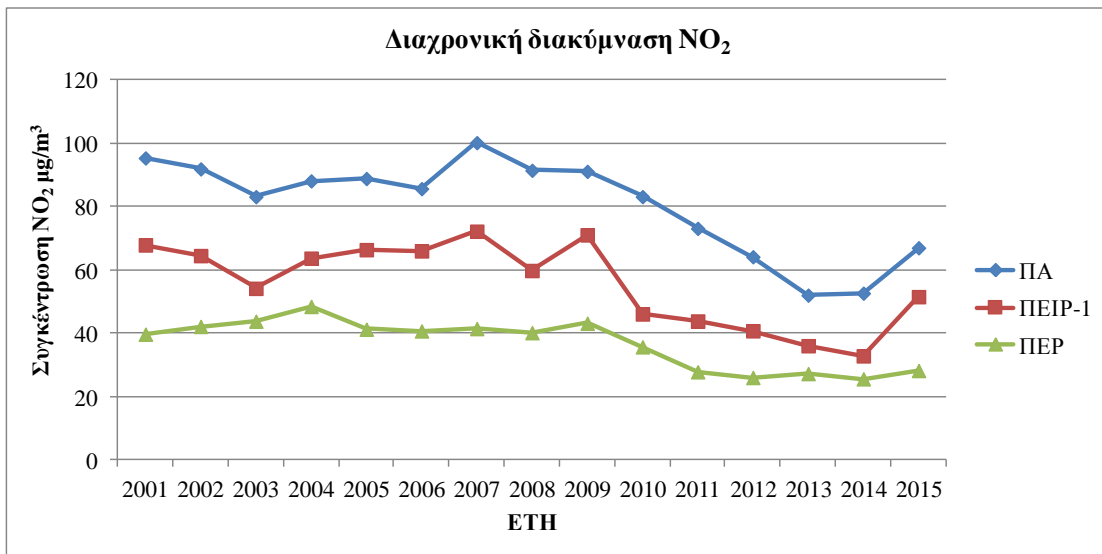
Στον πίνακα 4-12 και στα διαγράμματα 4-33 έως 4-39 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων ετήσιων τιμών των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων SO_2 για το χρονικό διάστημα 2001-2015



0-107 Διαχρονική διακύμανση μέσων ετήσιων συγκεντρώσεων NO_2 στους σταθμούς Αγία Παρασκευή, Αθηνάς, Αριστοτέλους, Γεωπονική, Ελευσίνα την χρονική περίοδο 2001-2015



0-108 Διαχρονική διακύμανση μέσωσν ετήσιων συγκεντρώσεων NO₂ στους σταθμούς Θρακομακεδόνες, Λιόσια, Λυκόβρυση, Μαρούσι, Νέα Σμύρνη την χρονική περίοδο 2001-2015



0-109 Διαχρονική διακύμανση μέσωσν ετήσιων συγκεντρώσεων NO₂ στους σταθμούς Πατησίων, Πειραιάς-1, Περιστέρι την χρονική περίοδο 2001-2015

Έτος/ Σταθμός	Διαχρονική διακύμανση μέσων ορατών τιμών													
	ΑΠ	ΑΘ	ΑΡ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΔΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ	
2001	19	79	73	51	38	11	38	38	35	45	95	68	40	
2002	19	73	71	51	40	11	41	37	43	47	92	65	42	
2003	20	62	69	47	40	11	36	31	36	46	83	54	44	
2004	22	65	70	50	37	10	42	32	43	43	88	64	49	
2005	23	63	71	48	40	12	37	32	39	45	89	67	41	
2006	23	61	68	45	38	13	36	31	35	44	86	66	41	
2007	22	68	65	43	36	13	35	34	29	42	100	72	42	
2008	21	63	49	46	33	12	35	31	28	42	92	60	40	
2009	18	66	41	46	35	11	32	33	26	33	91	71	43	
2010	13	44	48	44	37	10	30	22	22	26	83	46	36	
2011	12	57	33	34	30	7	26	22	23	31	73	44	28	
2012	9	51	54	35	30	7	21	21	28	30	64	41	26	
2013	8	43	50	37	32	8	20	21	25	28	52	36	27	
2014	8	41	52	39	31	9	22	24	25	32	53	33	26	
2015	11	41	53	34	24	8	24	19	25	28	67	52	28	

Πίνακας 4-11 Διαχρονική διακύμανση μέσων ορατών τιμών ΝΟ₂ για το χρονικό διάστημα 2001-2015

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις διαχρονικά καταγράφονται σε σταθμούς αστικούς-κυκλοφορίας όπως Πατησίων, Αθηνάς, Αριστοτέλους και Πειραιάς-1. Αντίστοιχα, ο χαμηλότερος ετήσιος μέσος όρος συγκεντρώσεων καταγράφεται στους σταθμούς Ελευσίνα και Θρακομακεδόνες οι οποίοι είναι οι πιο απομακρυσμένοι περι-αστικοί σταθμοί.

4.2.3 Γενικά συμπεράσματα για το διοξείδιο του αζώτου

Αρχικώς, προς τη συμμόρφωση με την οριακή τιμή για την προστασία της υγείας, οι αστικοί σταθμοί παρουσιάζουν υπερβάσεις του ορίου. Ωστόσο, μόνο ο σταθμός Πατησίων καταγράφει υπέρβαση του ορίου υπερβάσεων ανά ημερολογιακό έτος. Γενικότερα, οι σταθμοί εμφανίζουν μειωμένες συγκεντρώσεις τις θερμές περιόδους του έτους, με εξαίρεση του σταθμούς Πειραιάς-1 και Πατησίων. Τέλος, παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις τις ώρες της ημέρας και τις ημέρες της εβδομάδας που η κίνηση των οχημάτων είναι αυξημένη.

4.3 Τροποσφαιρικό όζον O₃

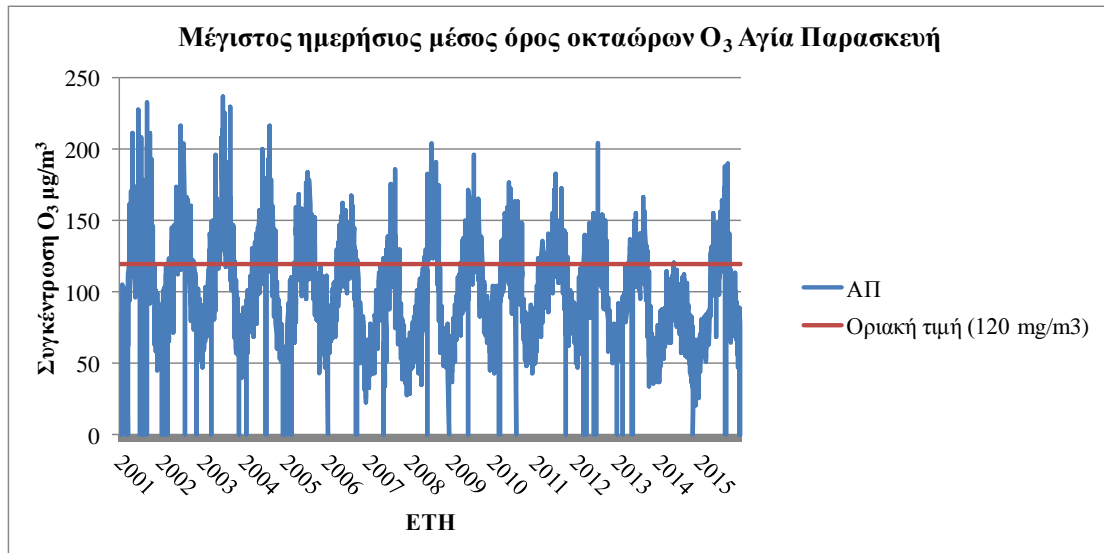
Για τον ρύπο Όζον O₃ οι υπό μελέτη σταθμοί είναι συνολικά δώδεκα (12). Αναλυτικά είναι οι σταθμοί: Αγία Παρασκευή, Αθηνάς, Γεωπονική, Ελευσίνα, Θρακομακεδόνες, Λιόσια, Λυκόβρυση, Μαρούσι, Νέα Σμύρνη, Πατησίων, Πειραιάς-1 & Περιστερί. Αρχικώς, εξετάζεται η συμμόρφωση προς την θεσμοθετημένη οριακή τιμή 120μg/m³. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η μεταβολή των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων σε ημερήσια, εβδομαδιαία, ετήσια βάση και για κάθε έτος της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου (2001-2015)

4.3.1 Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το O₃

Στο μέρος αυτό παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αφορούν τη συμμόρφωση με τα κριτήρια ποιότητας της ατμόσφαιρας όπως αυτά προβλέπονται από την Εθνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το O₃.

4.3.1.1 Διαχρονικά διαγράμματα μέγιστων ημερήσιων μέσων όρων οκταώρου

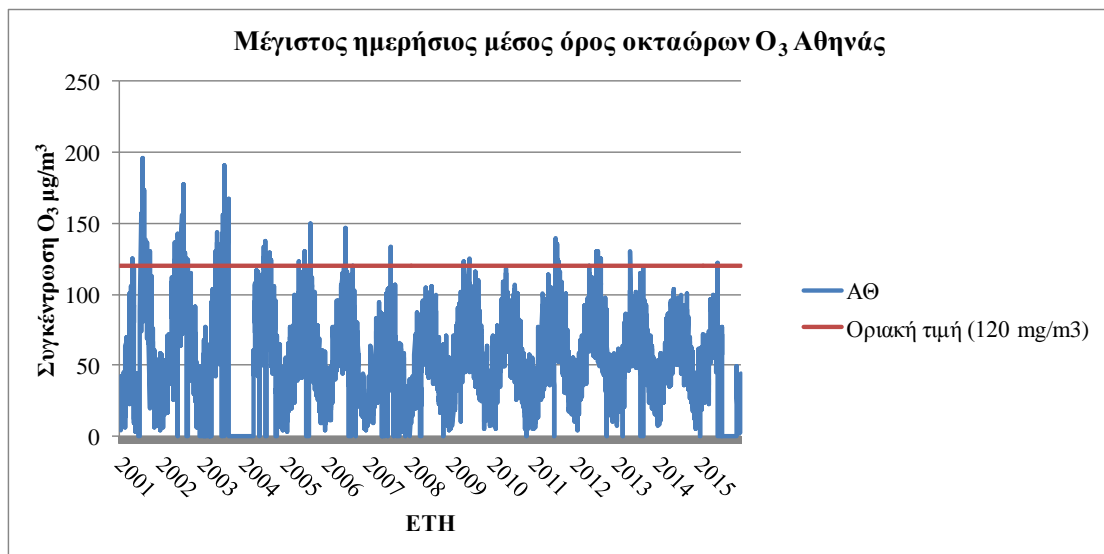
Στα διαγράμματα 4-110 έως 4-122 παρουσιάζονται οι μέγιστες ημερήσιες τιμές των μέσων όρων οκταώρου ανά σταθμό για την χρονική περίοδο 2001-2015. Σκοπός είναι να συγκριθούν οι τιμές με την τιμή στόχο 120μg/m³.



Διάγραμμα 0-110 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

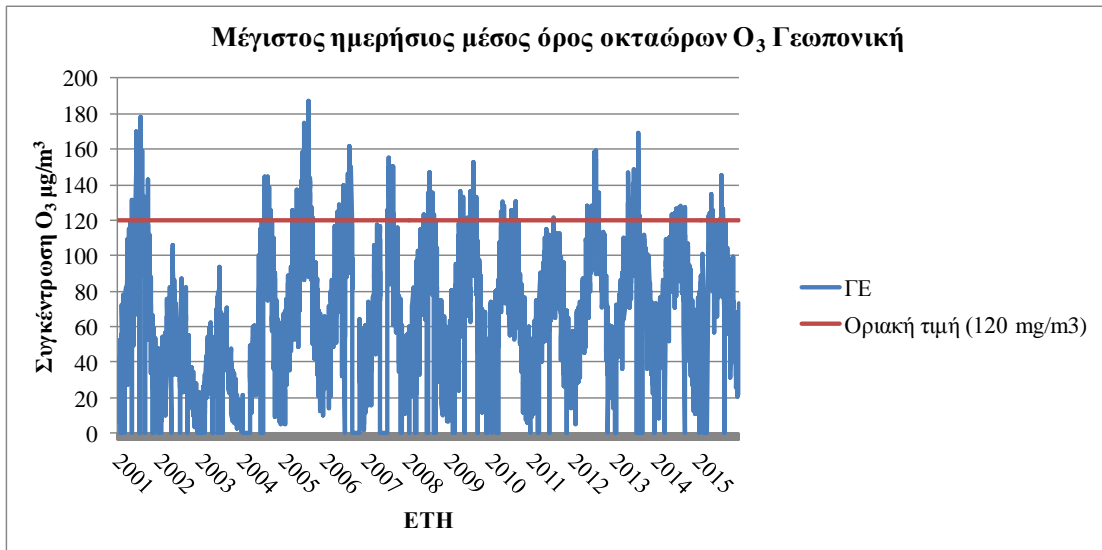
Στο σταθμό Αγία Παρασκευή καταγράφονται υπερβάσεις της τιμής στόχου σε όλη την χρονική περίοδο 2001-2015



Διάγραμμα 0-111 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Αθήνας Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

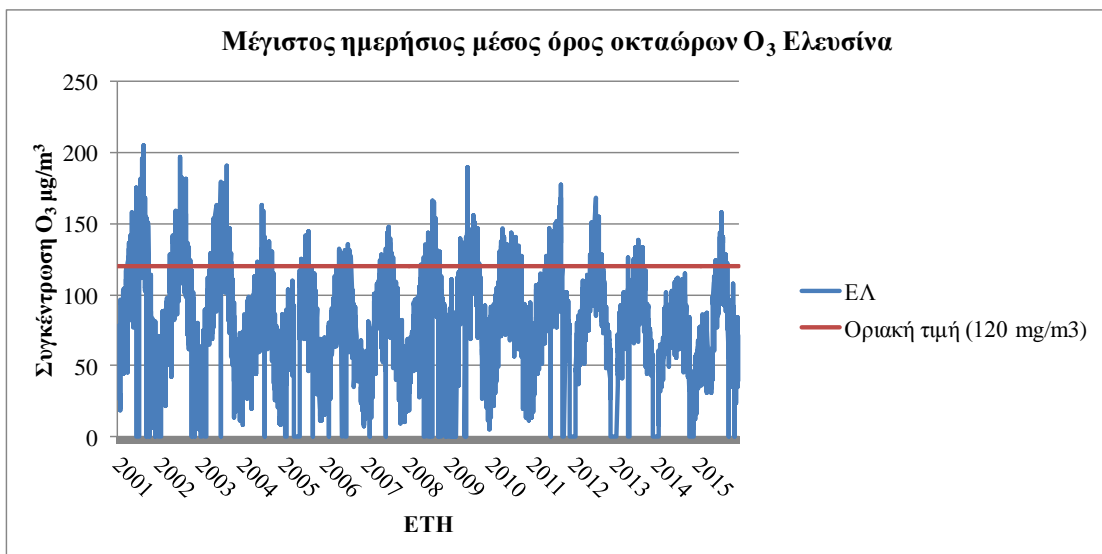
Κατά την χρονική περίοδο 2001-2015 καταγράφονται υπερβάσεις στον σταθμό Αθηνάς ωστόσο οι αιχμές παρουσιάζουν μείωση διαχρονικά.



Διάγραμμα 0-112 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

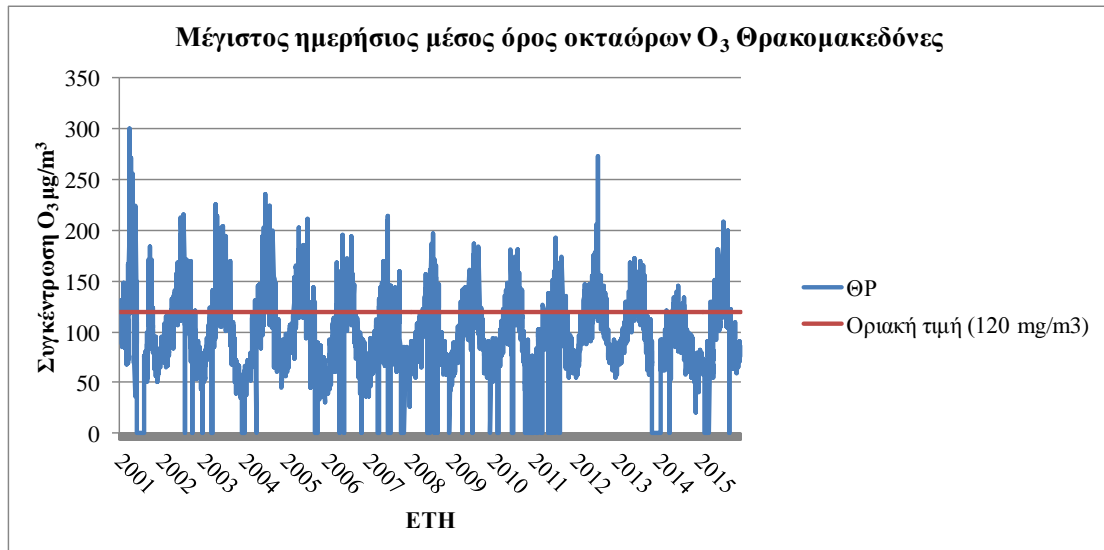
Στο σταθμό Γεωπονική καταγράφονται υπερβάσεις της μέγιστης ημερήσιας μέσης τιμής οκταώρου έως και το 2015.



Διάγραμμα 0-113 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Ελευσίνα. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

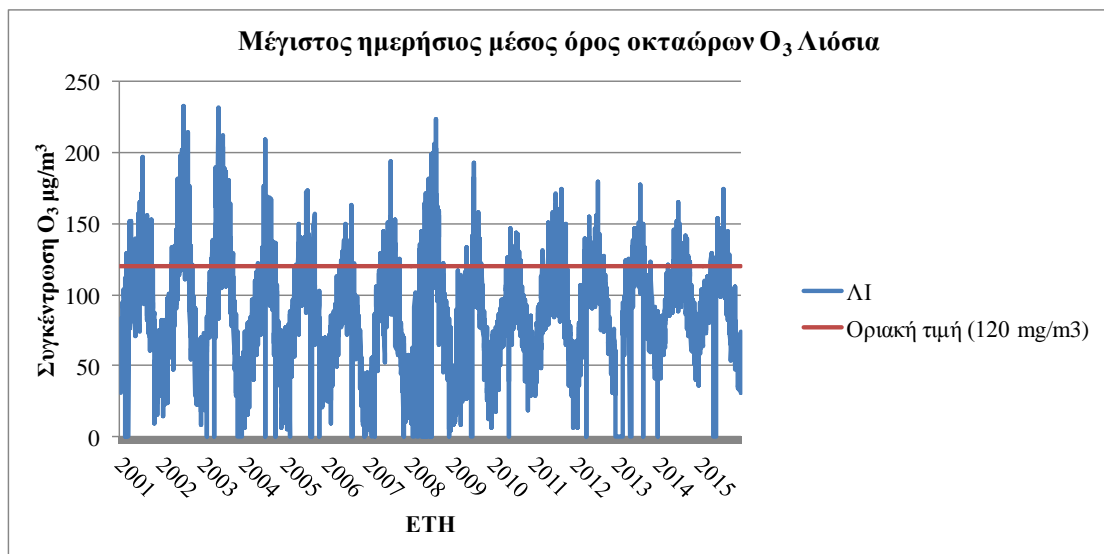
Στο σταθμό Ελευσίνα παρουσιάζονται σημαντικές υπερβάσεις της τιμής στόχου O₃ για όλη την χρονική περίοδο 2001-2015.



Διάγραμμα 0-114 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

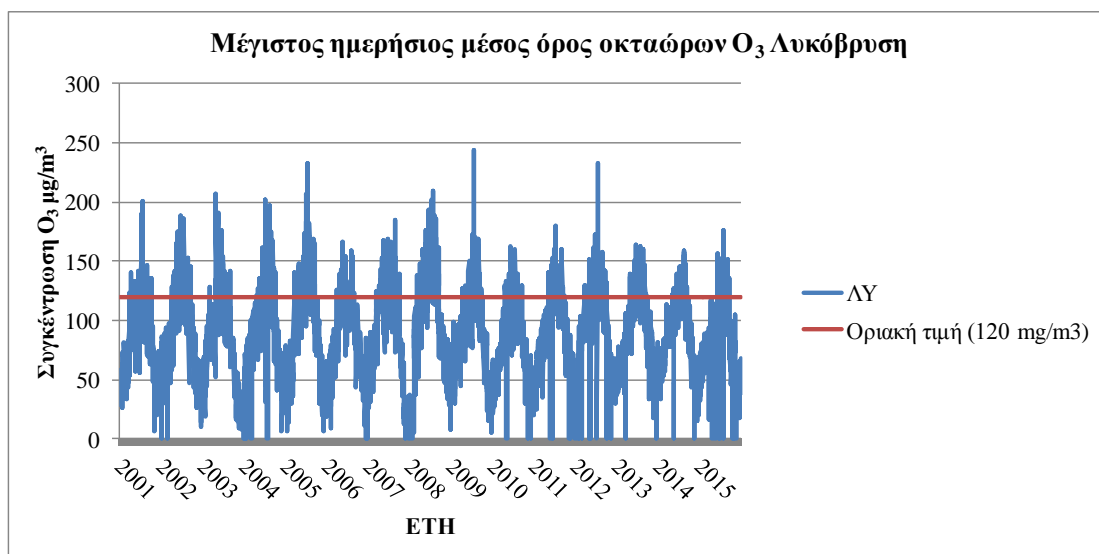
Υπερβάσεις της τιμής στόχου καταγράφονται στο σταθμό Θρακομακεδόνες για όλα τα έτη.



Διάγραμμα 0-115 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Λιόσια. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

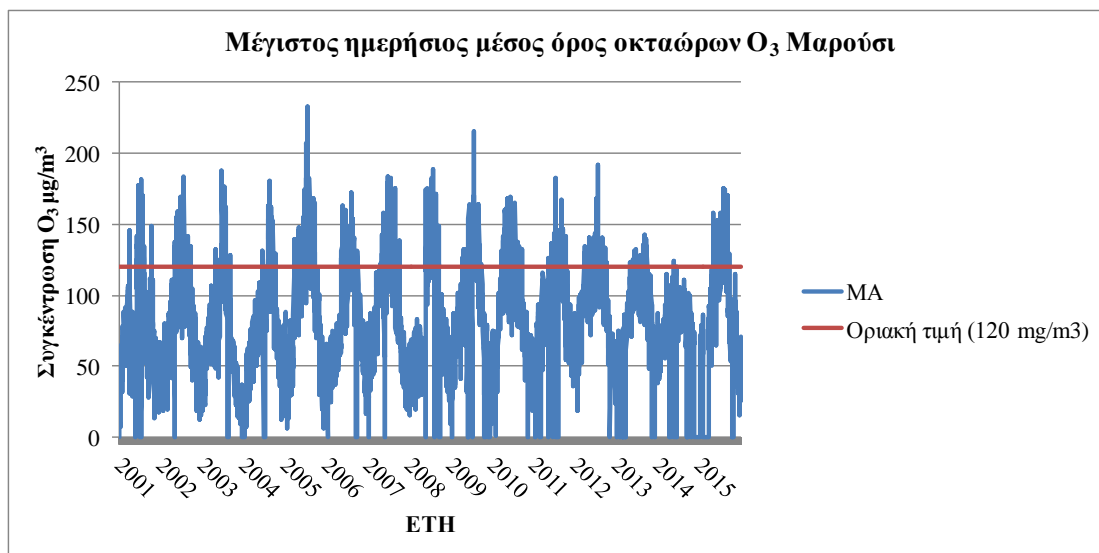
Στον σταθμό Λιόσια καταγράφονται υπερβάσεις της τιμής στόχου 120μg/m³ όλα τα έτη.



Διάγραμμα 0-116 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

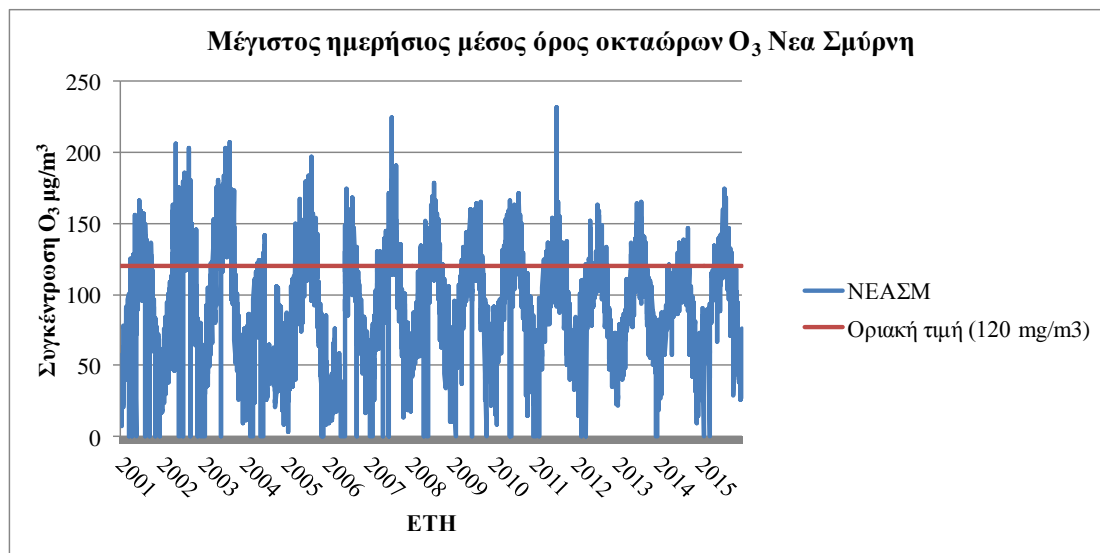
Στον σταθμό Λυκόβρυση καταγράφονται μέγιστοι ημερήσιοι μέσοι όροι οκταώρων που υπερβαίνουν την τιμή στόχο 120µg/m³ για όλα τα έτη της περιόδου 2001-2015.



Διάγραμμα 0-117 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

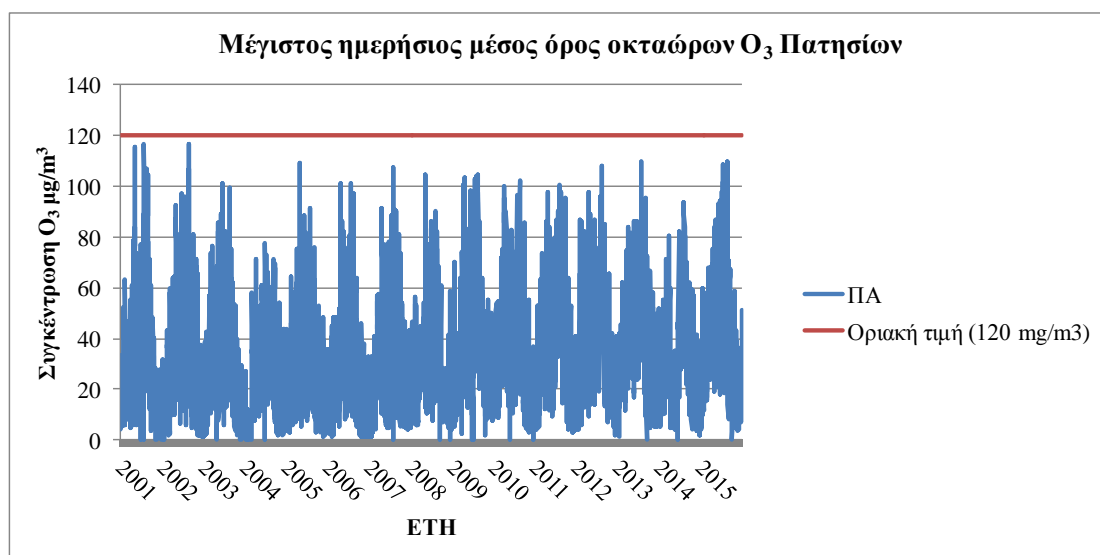
Για όλα τα έτη της χρονικής περιόδου 2001-2015 καταγράφονται υπερβάσεις της μέγιστης ημερήσιας τιμής μέσων όρων οκταώρου O_3 στο σταθμό Μαρούσι.



**Διάγραμμα 0-118 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O_3 στο σταθμό Νέα Σμύρνη.
Περίοδος 2001-2015**

Σχόλια-Παρατηρήσεις

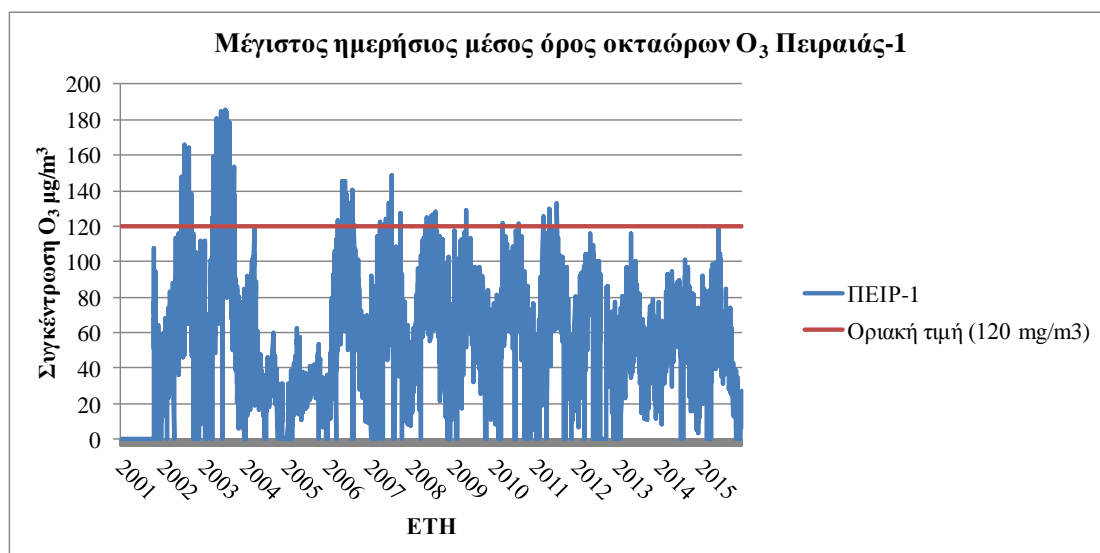
Στο σταθμό Νέα Σμύρνη καταγράφονται υπερβάσεις της τιμής στόχου για κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2001-2015.



**Διάγραμμα 0-119 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O_3 στο σταθμό Πατησίων.
Περίοδος 2001-2015**

Σχόλια-Παρατηρήσεις

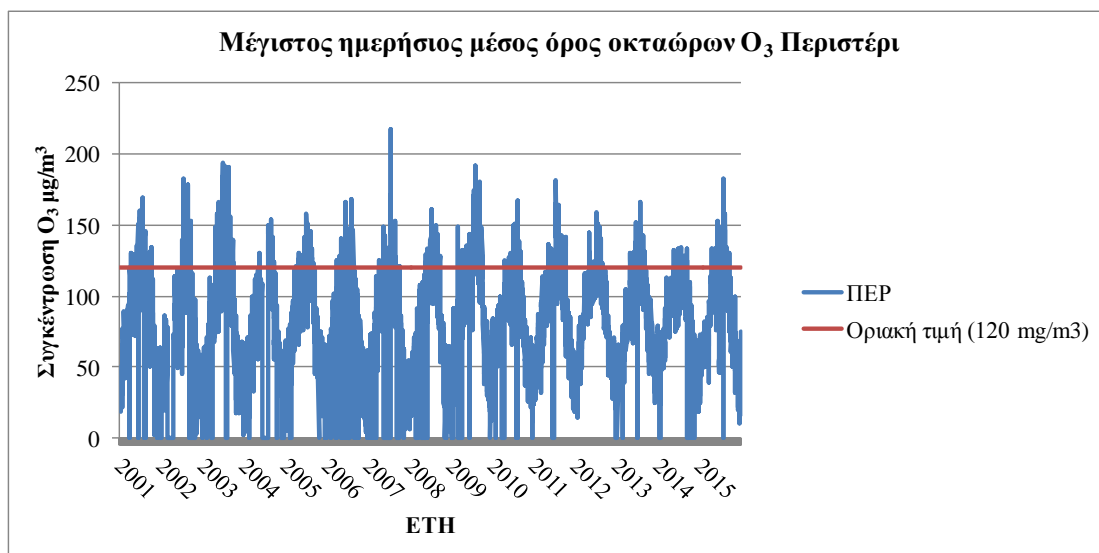
Στο σταθμό Πατησίων οι μέγιστες ημερήσιες τιμές μέσου όρου οκταώρου O_3 είναι χαμηλότερες της τιμής στόχου για στο σύνολο του χρονικού διαστήματος 2001-2015.



**Διάγραμμα 0-120 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O_3 στο σταθμό Πειραιάς-1.
Περίοδος 2001-2015**

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στον σταθμό Πειραιάς-1 καταγράφονται υπερβάσεις της τιμής στόχου έως και το έτος 2011.



**Διάγραμμα 0-121 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων O₃ στο σταθμό Περιστέρι.
Περίοδος 2001-2015**

Σχόλια-Παρατηρήσεις

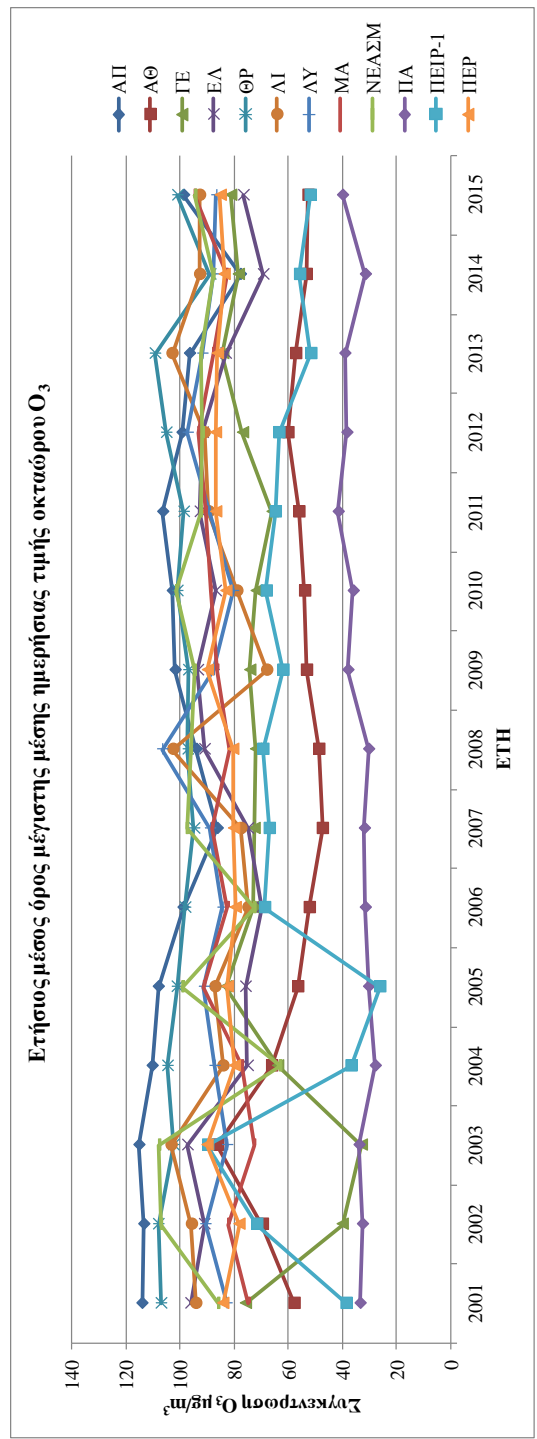
Στο σταθμό Περιστέρι καταγράφονται υπερβάσεις του μέγιστου ημερήσιου μέσου όρου οκταώρων σε κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2001-2015.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Σε όλους τους σταθμούς, εκτός του σταθμού Πατησίων καταγράφονται υπερβάσεις της τιμής στόχου 120 µg/m³.

4.3.1.2 Ετήσιοι μέσοι όροι μέγιστης ημερήσιας τιμής οκταώρου

Στο διάγραμμα 4-122 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι μέγιστης ημερήσιας τιμής οκταώρων εντός ενός ημερολογιακού έτους για τους σταθμούς Αγία Παρασκευή, Αθηνάς, Γεωπονική, Ελευσίνα, Θρακομακεδόνες, Λιόσια, Λυκόβρυση, Μαρούσι, Νέα Σμύρνη, Πατησίων, Πειραιάς-1 και Περιστέρι.



Διάγραμμα 0-122 Ετήσιοι μέσοι όροι μέγιστης ημερήσιας τιμής οκταώρου O₃. Χρονική περίοδος 2001-2015

Ετήσιες υπερβάσεις O ₃													
Ετος /Σραθμμός	ΑΠ	ΑΘ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ	
2001	145	25	29	95	84	75	42	38	73	0	0	38	38
2002	145	28	0	80	125	112	76	46	131	0	37	38	38
2003	170	31	0	102	94	116	67	25	156	0	95	86	86
2004	132	9	16	24	114	48	56	32	11	0	0	27	27
2005	129	4	66	11	102	48	98	98	128	0	0	44	44
2006	101	5	31	18	103	24	44	64	49	0	22	47	47
2007	47	1	19	19	64	29	86	63	94	0	9	37	37
2008	97	0	16	52	63	113	144	78	97	0	9	44	44
2009	105	2	15	68	56	24	59	59	100	0	1	68	68
2010	109	0	9	44	77	17	18	56	119	0	2	30	30
2011	113	5	1	38	62	44	45	47	61	0	3	40	40
2012	73	6	28	29	113	45	78	44	54	0	0	36	36
2013	83	1	38	23	114	67	68	19	59	0	0	47	47
2014	1	0	9	0	20	36	46	2	28	0	0	17	17
2015	92	1	19	21	93	44	40	59	70	0	1	54	54

Πίνακας 4-12 Ετήσιες υπερβάσεις O₃

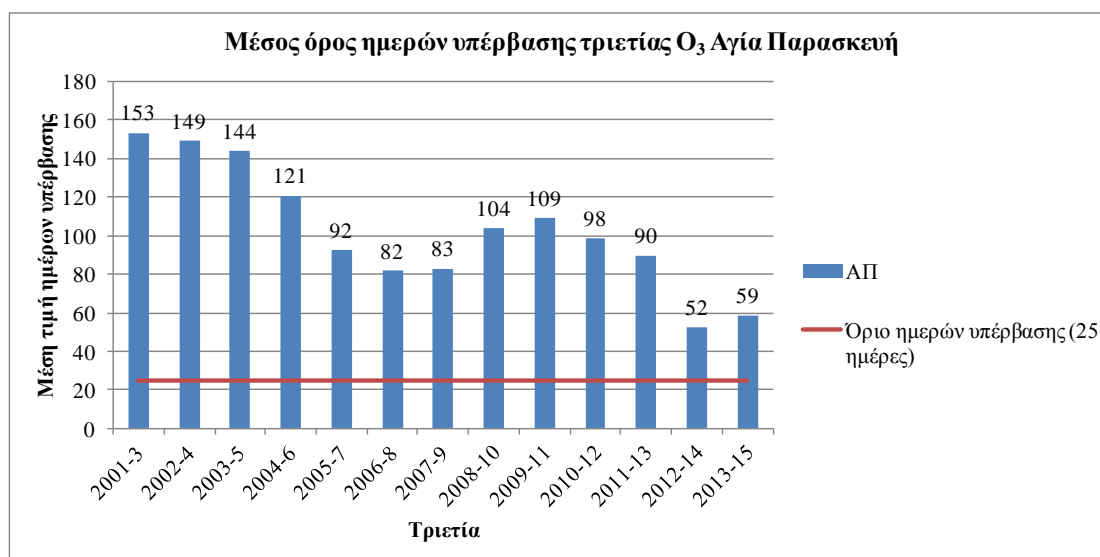
Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σύνολο των σταθμών την χρονική περίοδο 2001-2015 καταγράφεται συμμόρφωση προς την ετήσια τιμή στόχο του ρύπου O₃.

4.3.1.3 Υπερβάσεις ημερήσιας τιμής στόχου O₃

Βάση την Οδηγία 2008/50/EK για να υπάρξει συμμόρφωση ως προς τη τιμή στόχο για την μέγιστη ημερήσια μέση τιμή οκταώρου πρέπει ο μέσος όρος τριετίας των συνολικών ετησίων υπερβάσεων να είναι χαμηλότερος των 25 ημερών. Στο πίνακα 4-13 παρουσιάζονται οι τιμές των ετησίων υπερβάσεων ανά σταθμό και την συνέχεια στον πίνακα 4-14 παρουσιάζονται οι μέσοι μέση όροι ημερών υπέρβασης ανα τριετία. Στην συνέχεια στα διαγράμματα 4-123 έως 4-134 παρουσιάζεται το πλήθος των ημερών υπέρβασης ανά σταθμό.

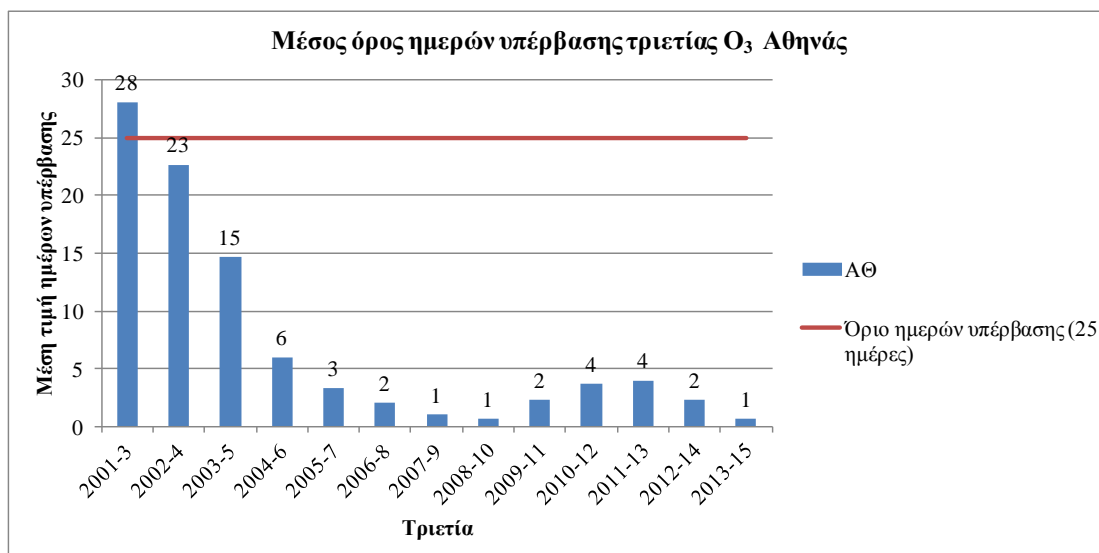
Από τους πίνακες 4-13 και 4-14 διαπιστώνεται ότι σε όλους τους σταθμούς, εκτός του σταθμού Πατησίων καταγράφονται υπερβάσεις. Τα διαγράμματα αφορούν τους σταθμούς που έχουν καταγράψει υπερβάσεις.



Διάγραμμα 0-123 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

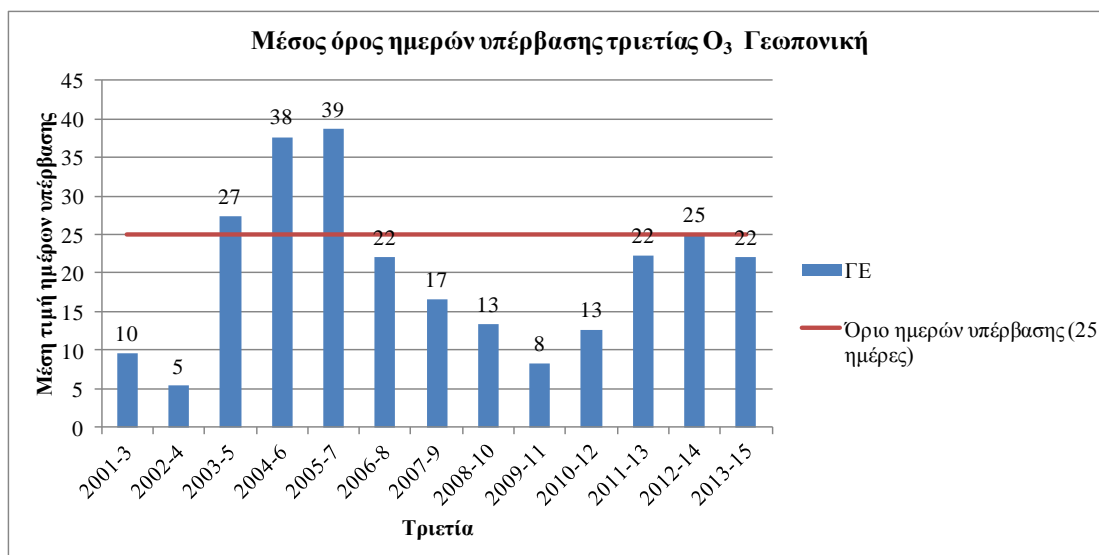
Στο σταθμό Αγία Παρασκευή καταγράφεται υπέρβαση του ορίου των 25 ημερών, για το μέσο ετήσιο πλήθος των ημερών υπέρβασης της τιμής στόχου για το ρύπο O₃ ανά τριετία, σε όλες τις τριετίες της χρονικής περιόδου 2001-2015.



Διάγραμμα 0-124 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Αθηνάς καταγράφεται υπέρβαση του ορίου των 25 ημερών, για το μέσο ετήσιο πλήθος των ημερών υπέρβασης της τιμής στόχου για το ρύπο O₃ ανά τριετία, μόνο την πρώτη τριετία 2001-2003 για την χρονική περίοδο 2001-2015.



Διάγραμμα 0-125 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

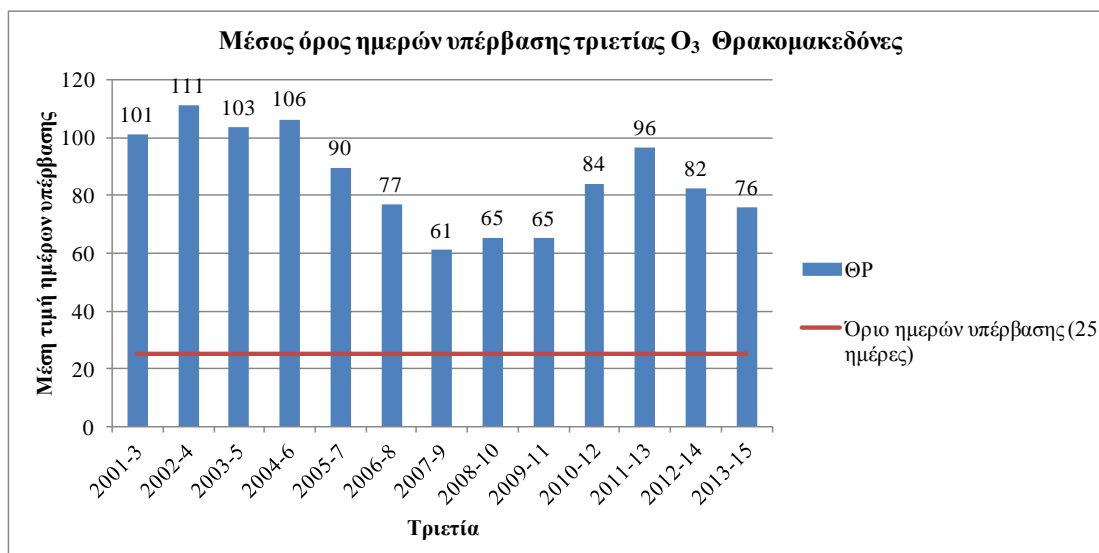
Στο σταθμό Γεωπονική για την περίοδο 2001-2015 το όριο των 25 ημερών υπερβαίνεται τις τριετίες 2003-5, 2004-6 2005-7. Από την τριετία 2006-8 και έπειτα υπάρχει συμμόρφωση προς το όριο.



Διάγραμμα 0-126 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Ελευσίνα. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

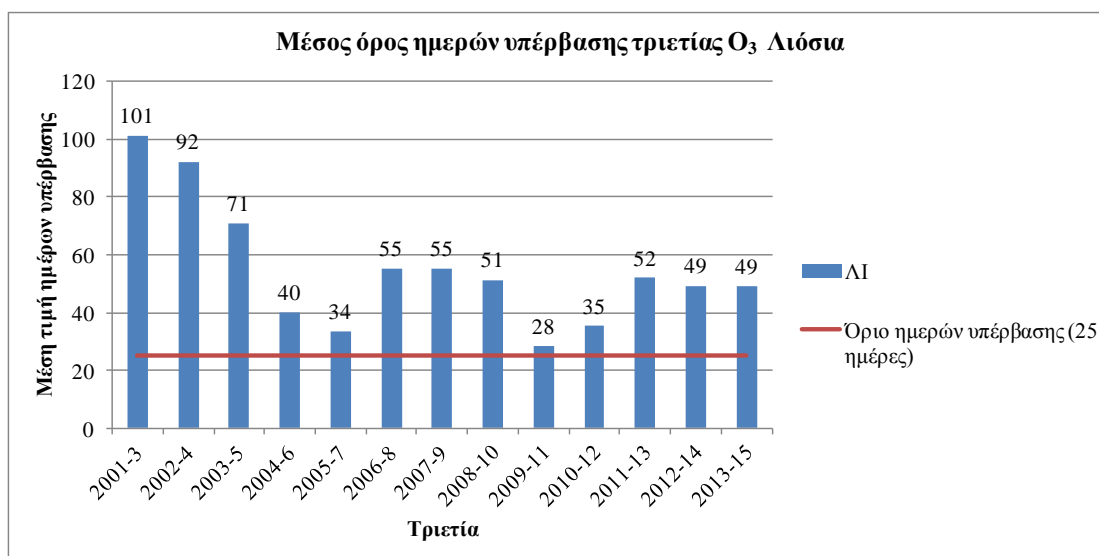
Για την περίοδο 2001-2015 στον σταθμό Ελευσίνα καταγράφεται συμμόρφωση προς το όριο των 25 ημερών τις τριετίες 2004-6, 2005-7, 2012-14 & 2013-15.



Διάγραμμα 0-127 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

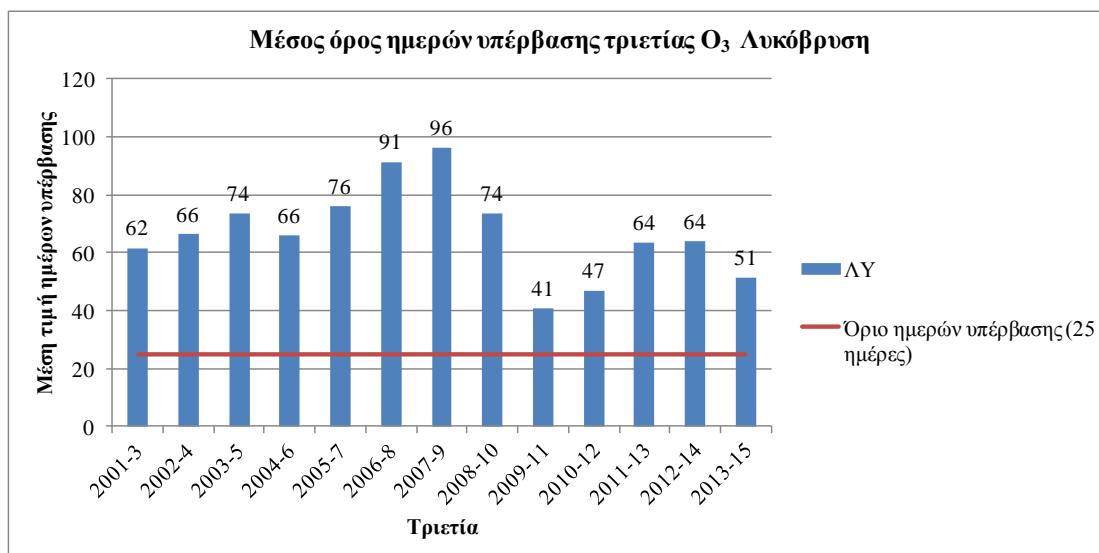
Στο σταθμό Θρακομακεδόνες καταγράφεται υπέρβαση του ορίου των ημερών υπέρβασης σε όλη τη χρονική περίοδο 2001-2015.



Διάγραμμα 0-128 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Λιόσια. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

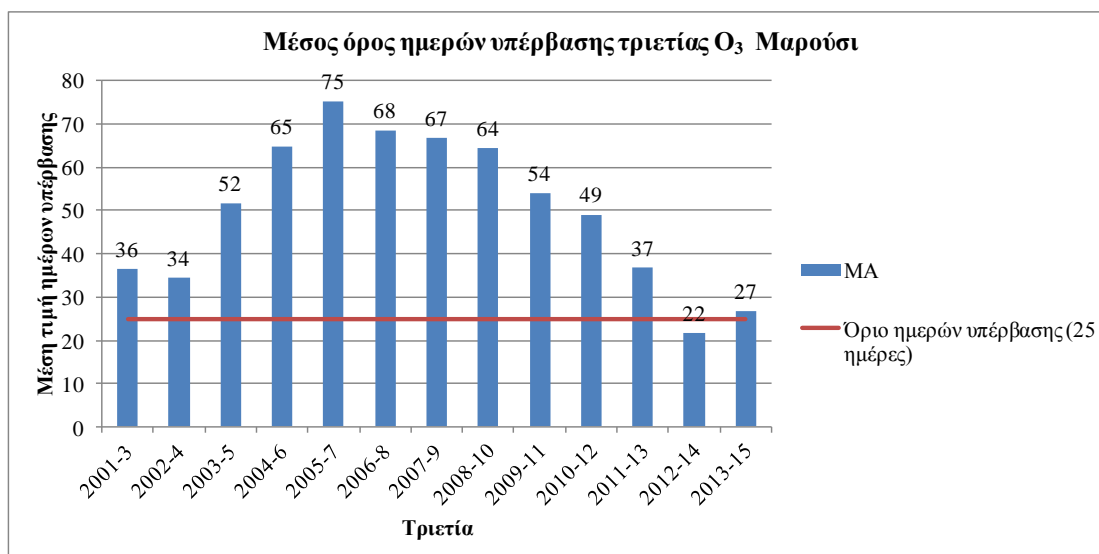
Το όριο των 25 ημερών υπερβαίνεται σε όλες τις τριετίες του χρονικού διαστήματος 2001-2015 στο σταθμό Λιόσια.



Διάγραμμα 0-129 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

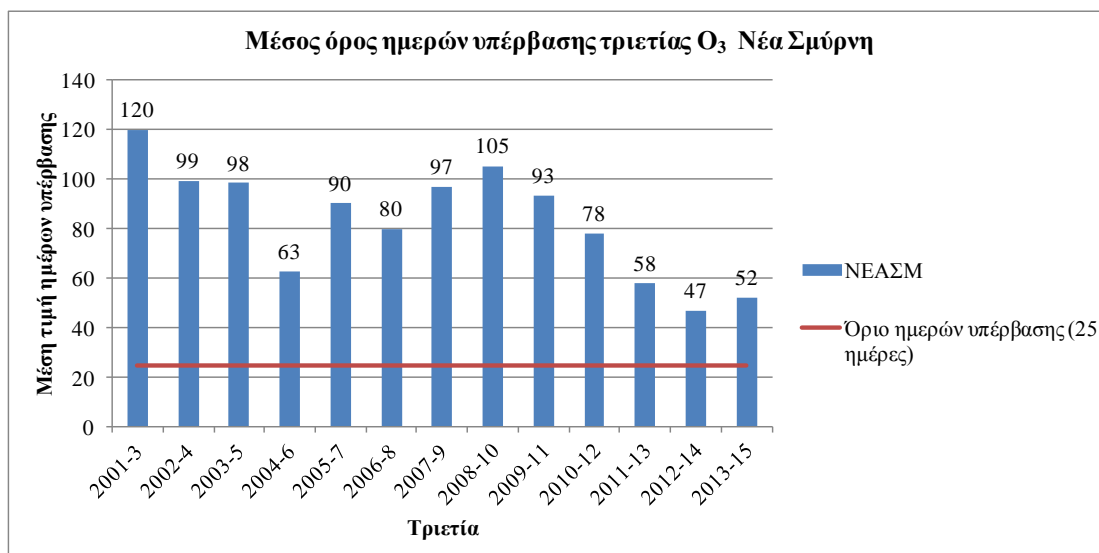
Στο σταθμό Λυκόβρυση καταγράφεται υπέρβαση του ορίου των ημερών για κάθε τριετία της περιόδου 2001-2015.



Διάγραμμα 0-130 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

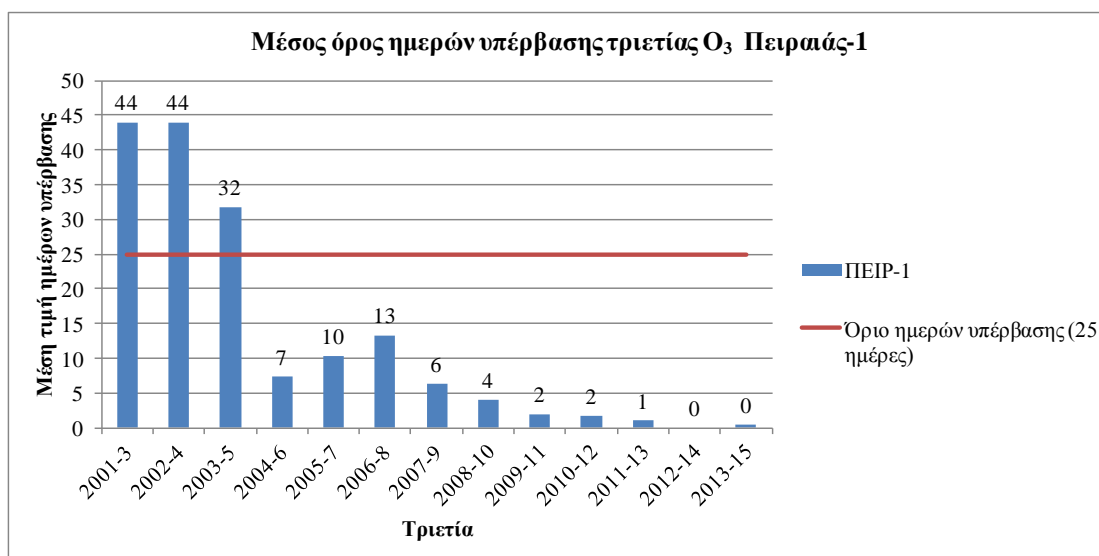
Στο σταθμό Μαρούσι καταγράφεται συμμόρφωση προς το όριο των ημερών υπέρβασης μόνο την τριετία 2012-14.



Διάγραμμα 0-131 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Για το σύνολο των τριετιών της περιόδου 2001-2015, στο σταθμό Νέα Σμύρνη καταγράφεται υπέρβαση του ορίου των 25 ημερών.



Διάγραμμα 0-132 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Από την τριετία 2004-6 καταγράφεται συμμόρφωση προς το όριο ημερών υπέρβασης στο σταθμό Πειραιάς-1.



Διάγραμμα 0-133 Μέσος όρος τριετίας πλήθους ημερών υπέρβασης τιμής στόχου O₃ ανά έτος για το σταθμό Περιστέρι. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Περιστέρι καταγράφεται για όλες τις τριετίες υπέρβαση του ορίου των 25 ημερών.

Μέσος όρος υπερβάσεων τριετίας O₃

Έτη /Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
2001-3	153	28	10	92	101	101	62	36	120	0	44	54
2002-4	149	23	5	69	111	92	66	34	99	0	44	50
2003-5	144	15	27	46	103	71	74	52	98	0	32	52
2004-6	121	6	38	18	106	40	66	65	63	0	7	39
2005-7	92	3	39	16	90	34	76	75	90	0	10	43
2006-8	82	2	22	30	77	55	91	68	80	0	13	43
2007-9	83	1	17	46	61	55	96	67	97	0	6	50
2008-10	104	1	13	55	65	51	74	64	105	0	4	47
2009-11	109	2	8	50	65	28	41	54	93	0	2	46
2010-12	98	4	13	37	84	35	47	49	78	0	2	35
2011-13	90	4	22	30	96	52	64	37	58	0	1	41
2012-14	52	2	25	17	82	49	64	22	47	0	0	33
2013-15	59	1	22	15	76	49	51	27	52	0	0	39

Πίνακας 4-13 Μέσοι όροι ετήσιων υπερβάσεων O₃ ανά τριετία

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

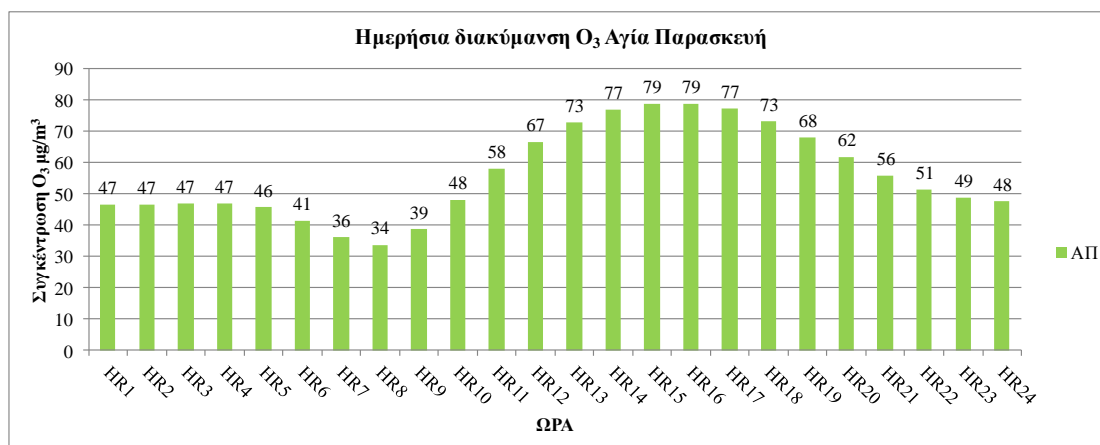
Αρχικώς, σε σταθμούς που χαρακτηρίζονται ως αστικοί-κυκλοφορίας, συγκριμένα Αθηνάς, Πατησίων, Πειραιάς-1 καταγράφεται η καλύτερη συμμόρφωση προς τα όρια τις νομοθεσίας. Αντίθετα, στους σταθμούς που χαρακτηρίζονται ως περιαστικοί-υποβάθρου καταγράφονται οι περισσότερες διαχρονικά υπερβάσεις.

4.3.2 Στατιστικά χρονικής διακύμανση για το O₃

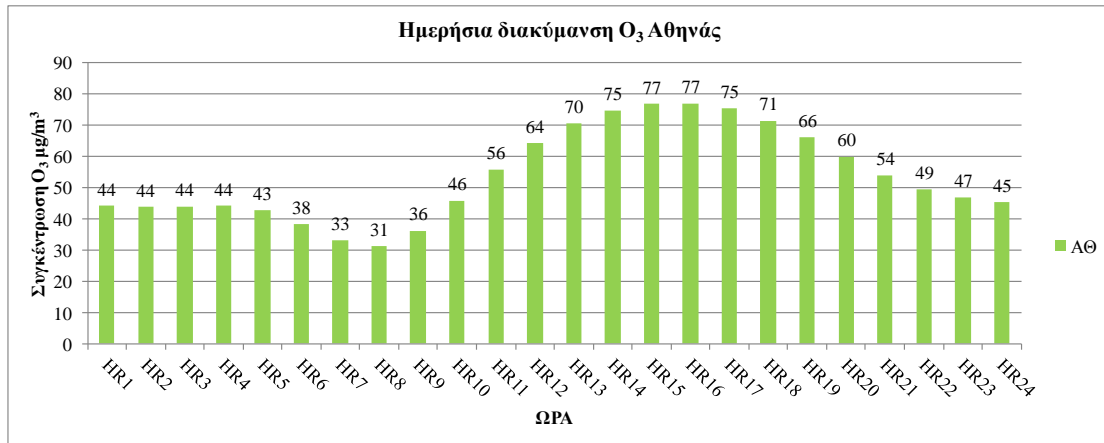
Στο μέρος αυτό παρουσιάζονται τα διαγράμματα που αφορούν την ημερήσια, εβδομαδιαία, ετήσια και διαχρονική διακύμανση του O₃ για τη χρονική περίοδο 2001-2015.

4.3.2.1 Ημερήσια διακύμανση O₃

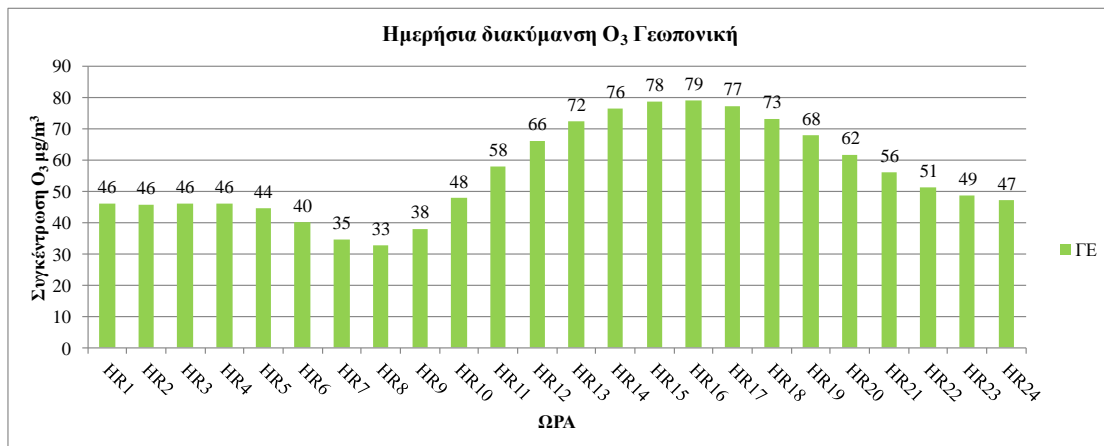
Στον πίνακα 4-15 παρουσιάζεται η μέση συγκέντρωση O₃ για την περίοδο 2001-2015 για κάθε ώρα του εικοσιτετραώρου ανά σταθμό μέτρησης. Στη συνέχεια στα διαγράμματα 4-134 έως 4-146 αποτυπώνεται η διακύμανση των μέσων τιμών συγκέντρωσης για κάθε ώρα του εικοσιτετραώρου ανά σταθμό.



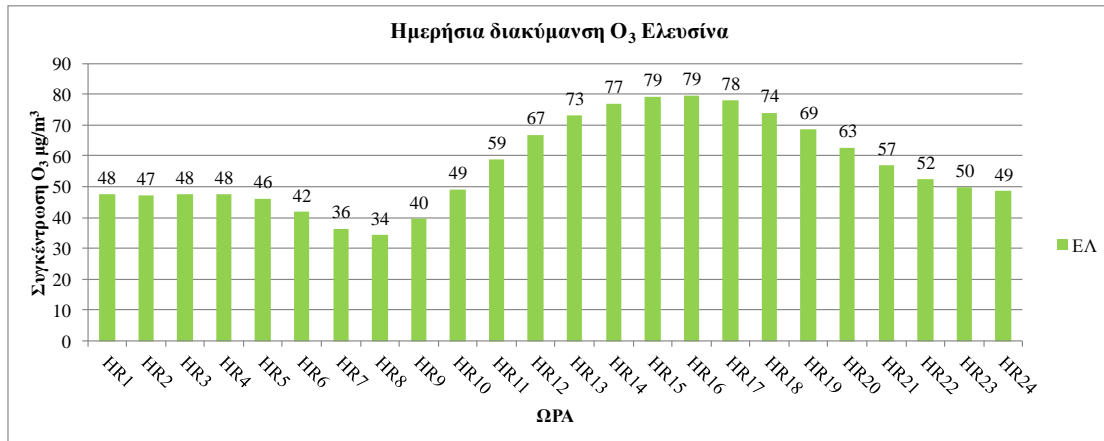
Διάγραμμα 0-134 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.



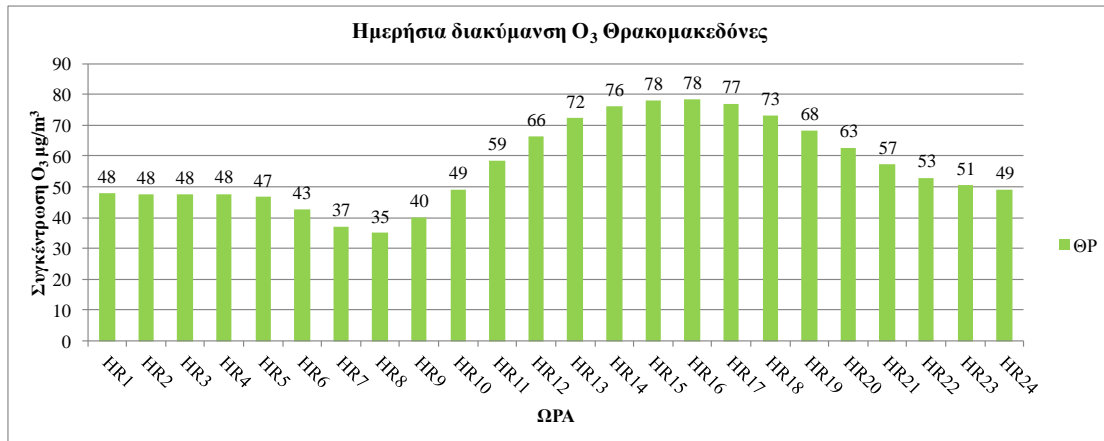
Διάγραμμα 0-135 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



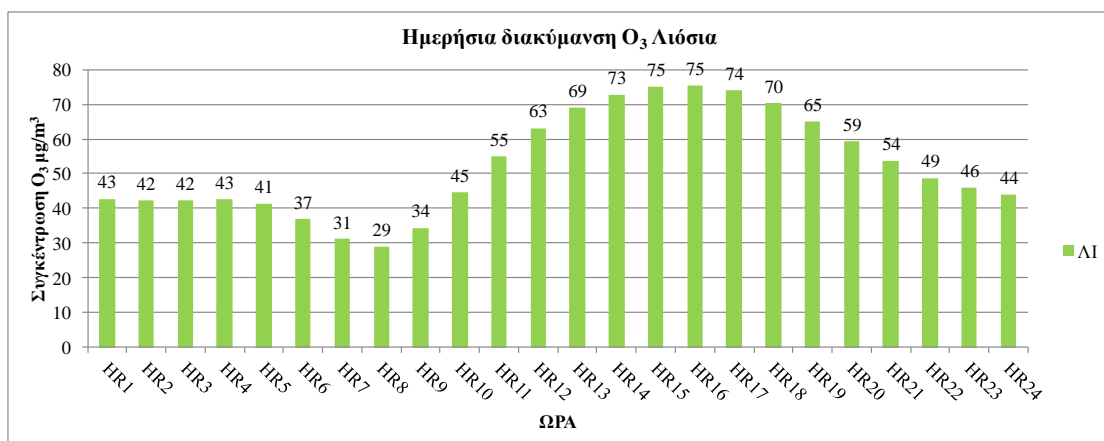
Διάγραμμα 0-136 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



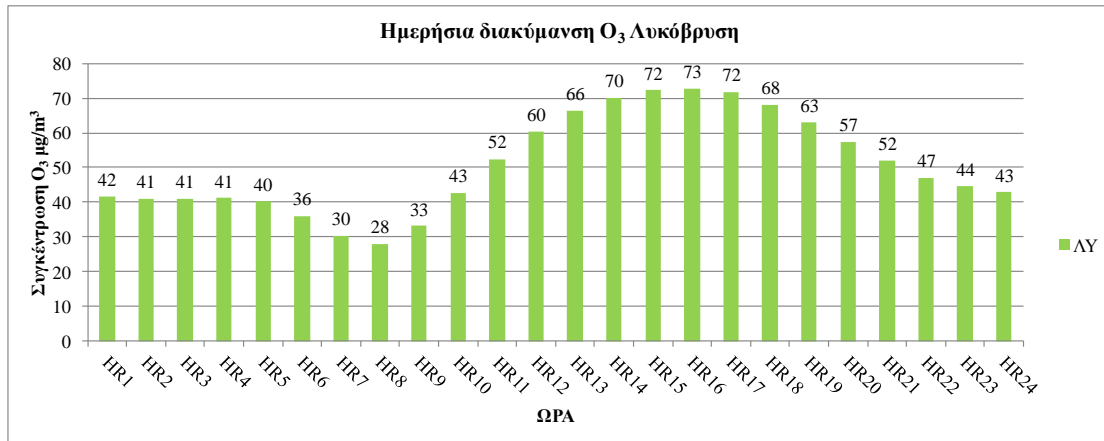
Διάγραμμα 0-137 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Ελευσίνα. Περίοδος 2001-2015.



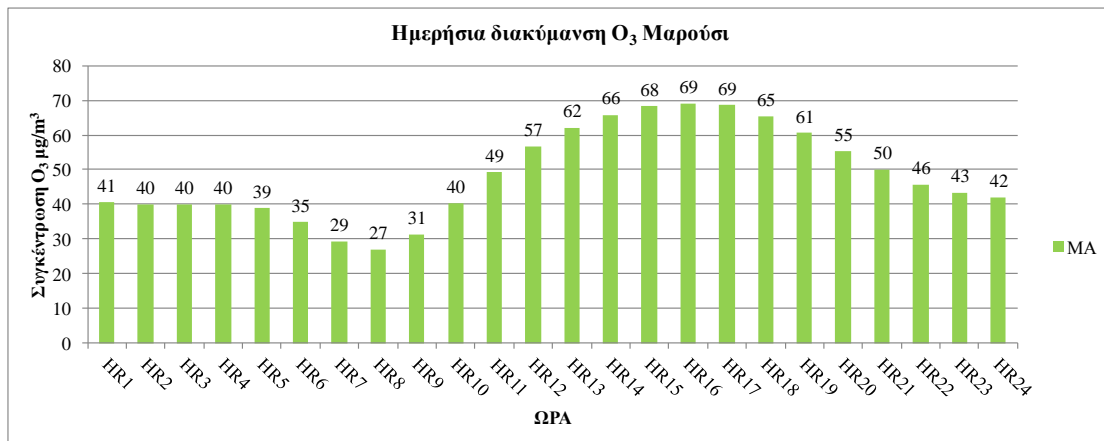
Διάγραμμα 0-138 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015.



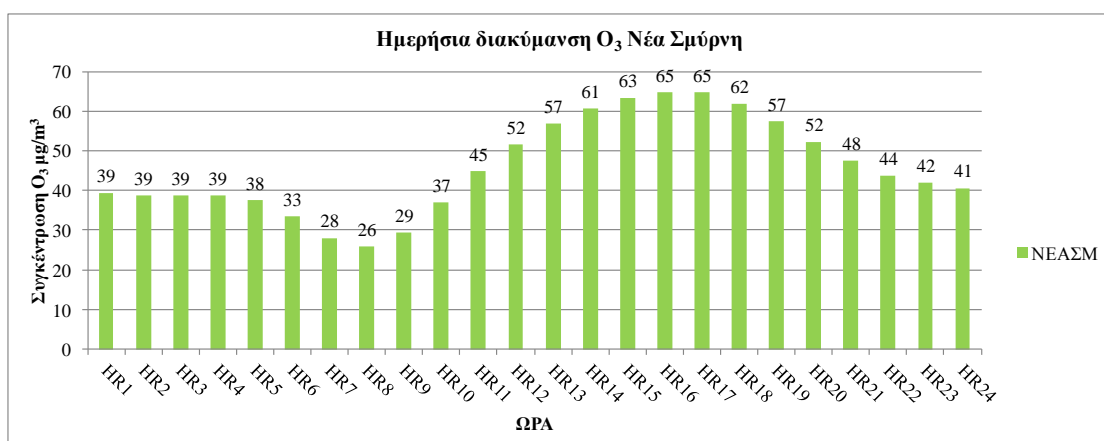
Διάγραμμα 0-139 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Λιόσια. Περίοδος 2001-2015.



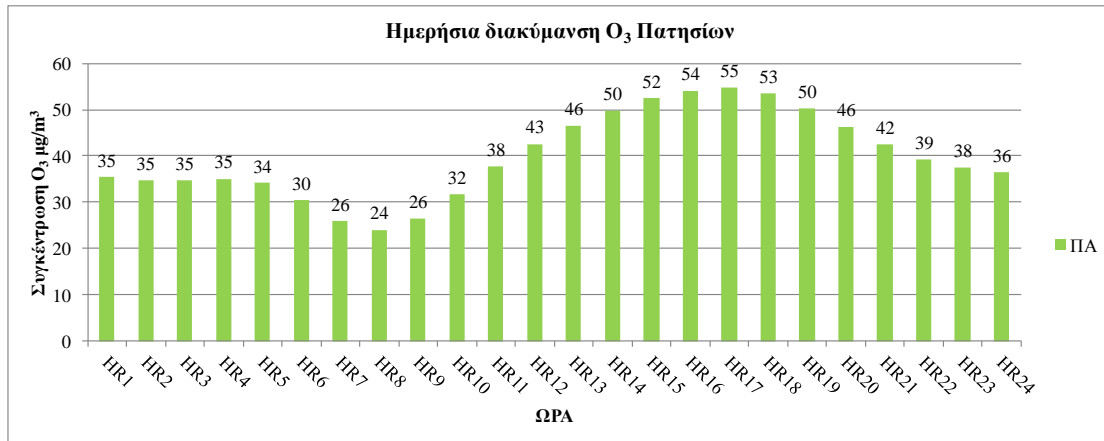
Διάγραμμα 0-140 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015.



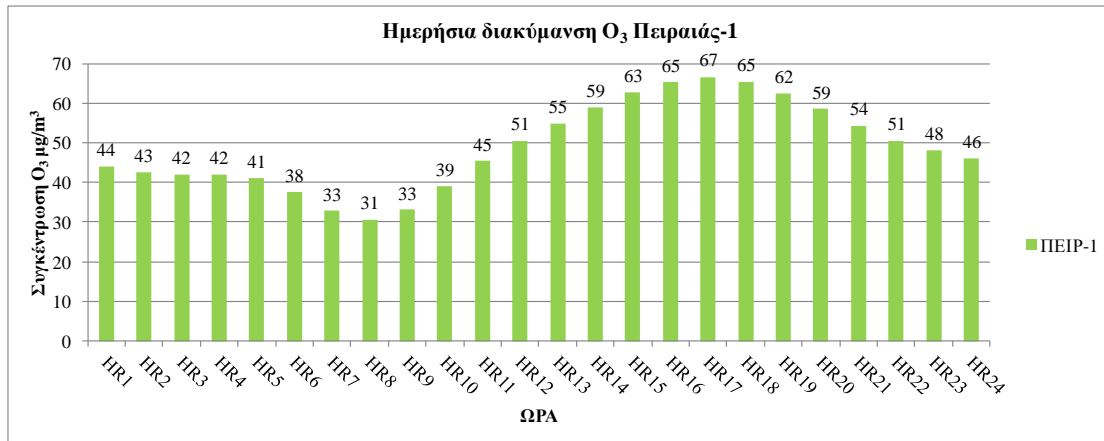
Διάγραμμα 0-141 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



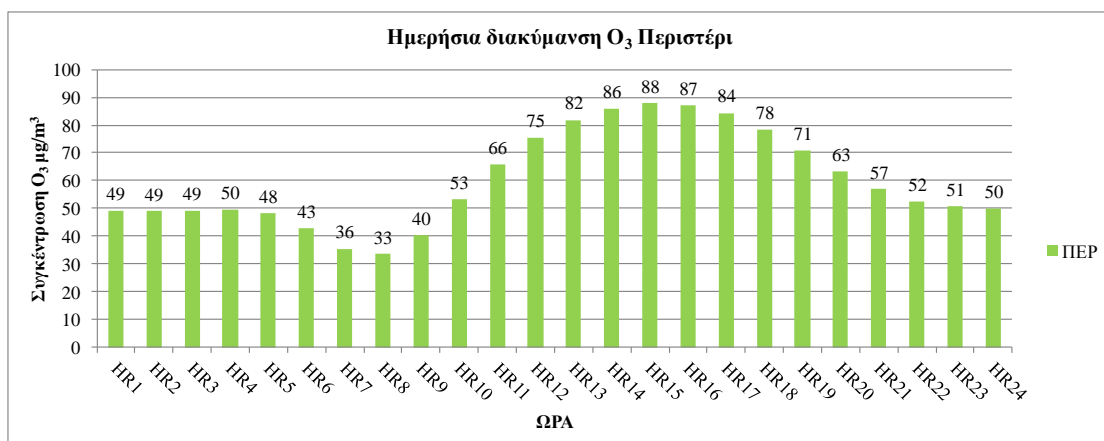
Διάγραμμα 0-142 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-143 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-144 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-145 Μέση ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Περιστέρι. Περίοδος 2001-2015.

Ημερήσια διακύμανση

Ωρα/Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
HR1	47	44	46	48	48	43	42	41	39	35	44	49
HR2	47	44	46	47	48	42	41	40	39	35	43	49
HR3	47	44	46	48	48	42	41	40	39	35	42	49
HR4	47	44	46	48	48	43	41	40	39	35	42	50
HR5	46	43	44	46	47	41	40	39	38	34	41	48
HR6	41	38	40	42	43	37	36	35	33	30	38	43
HR7	36	33	35	36	37	31	30	29	28	26	33	36
HR8	34	31	33	34	35	29	28	27	26	24	31	33
HR9	39	36	38	40	40	34	33	31	29	26	33	40
HR10	48	46	48	49	49	45	43	40	37	32	39	53
HR11	58	56	58	59	59	55	52	49	45	38	45	66
HR12	67	64	66	67	66	63	60	57	52	43	51	75
HR13	73	70	72	73	72	69	66	62	57	46	55	82
HR14	77	75	76	77	76	73	70	66	61	50	59	86
HR15	79	77	78	79	78	75	72	68	63	52	63	88
HR16	79	77	79	79	78	75	73	69	65	54	65	87
HR17	77	75	77	78	77	74	72	69	65	55	67	84
HR18	73	71	73	74	73	70	68	65	62	53	65	78
HR19	68	66	68	69	68	65	63	61	57	50	62	71
HR20	62	60	62	63	63	59	57	55	52	46	59	63
HR21	56	54	56	57	57	54	52	50	48	42	54	57
HR22	51	49	51	52	53	49	47	46	44	39	51	52
HR23	49	47	49	50	51	46	44	43	42	38	48	51
HR24	48	45	47	49	49	44	43	42	41	36	46	50

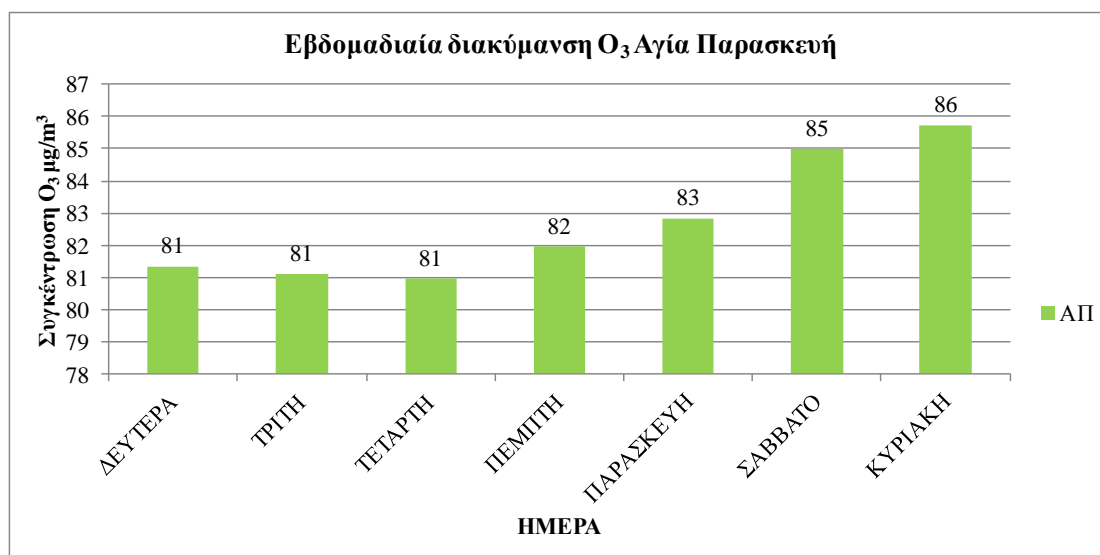
Πίνακας 4-14 Μέση συγκέντρωση O₃ ανά ώρα εικοσιτετράωρου.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

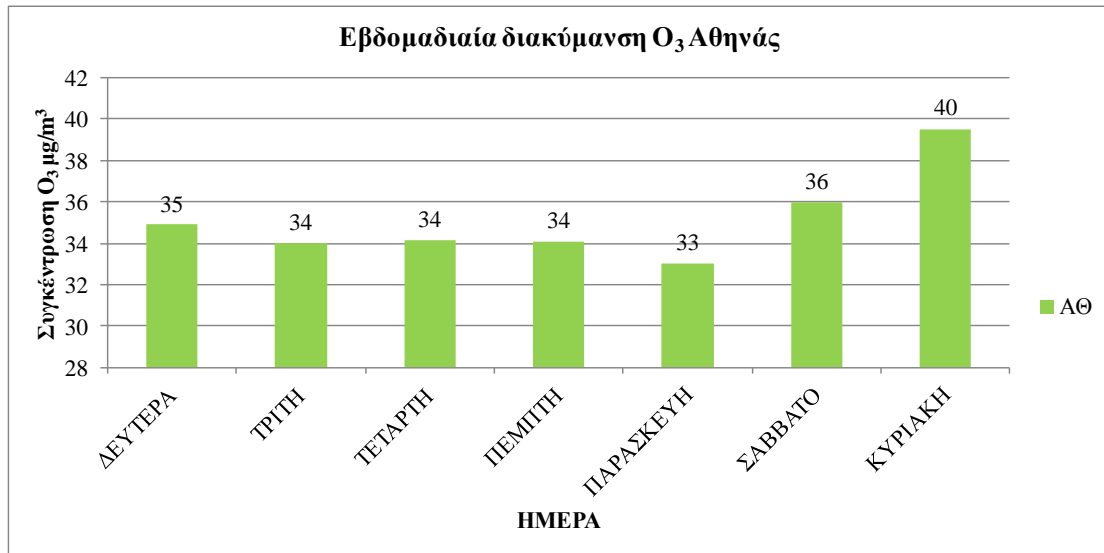
Στο σύνολο των σταθμών παρατηρούμε αύξηση των μέσων τιμών συγκέντρωσης από την 8^η πρωινή ώρα και παρουσιάζεται μέγιστη μέση τιμή μεταξύ των ωρών 15:00 και 16:00. Η αύξηση τις ώρες αυτές επιβεβαιώνει την σημαντικότητα της επίδρασης της ηλιοφάνειας για την παραγωγή του όζοντος.

4.3.2.2 Εβδομαδιαία διακύμανση όζοντος

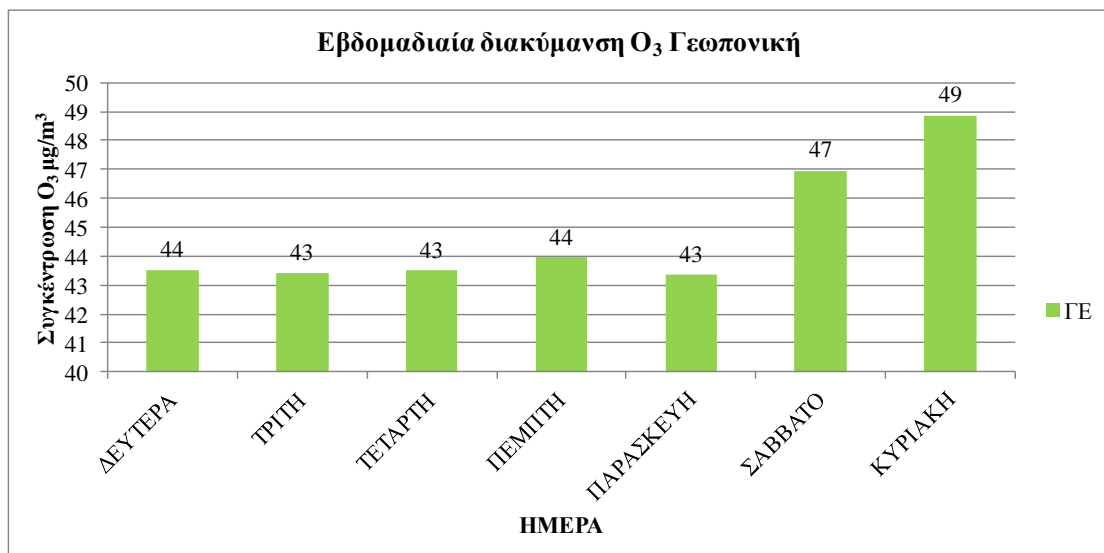
Στα διαγράμματα 4-146 έως 4-157 και στο πίνακα 4-16 παρουσιάζεται η μέση τιμή των ωριαίων συγκεντρώσεων ανά ημέρα της εβδομάδας.



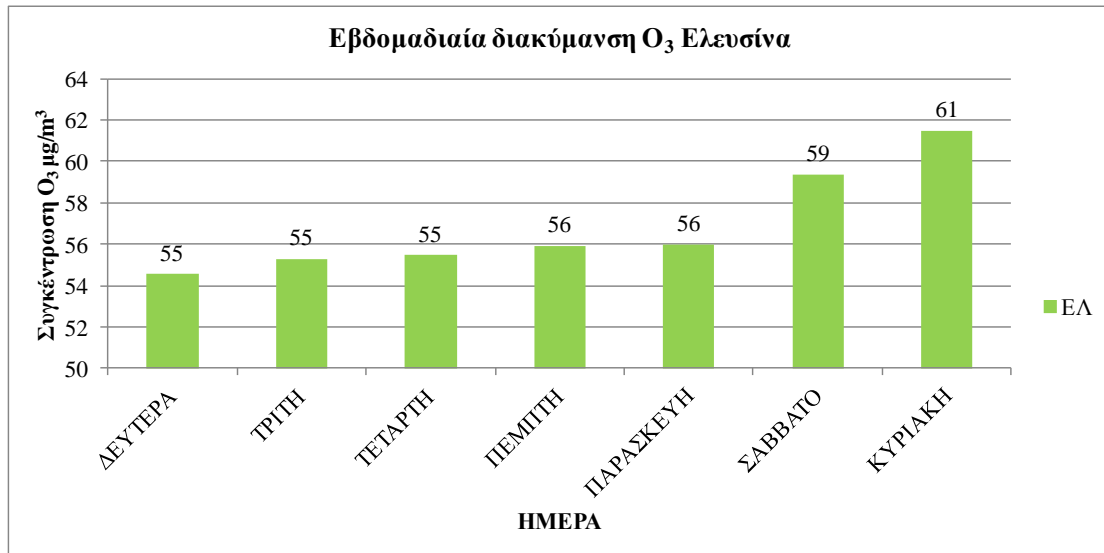
Διάγραμμα 0-146 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.



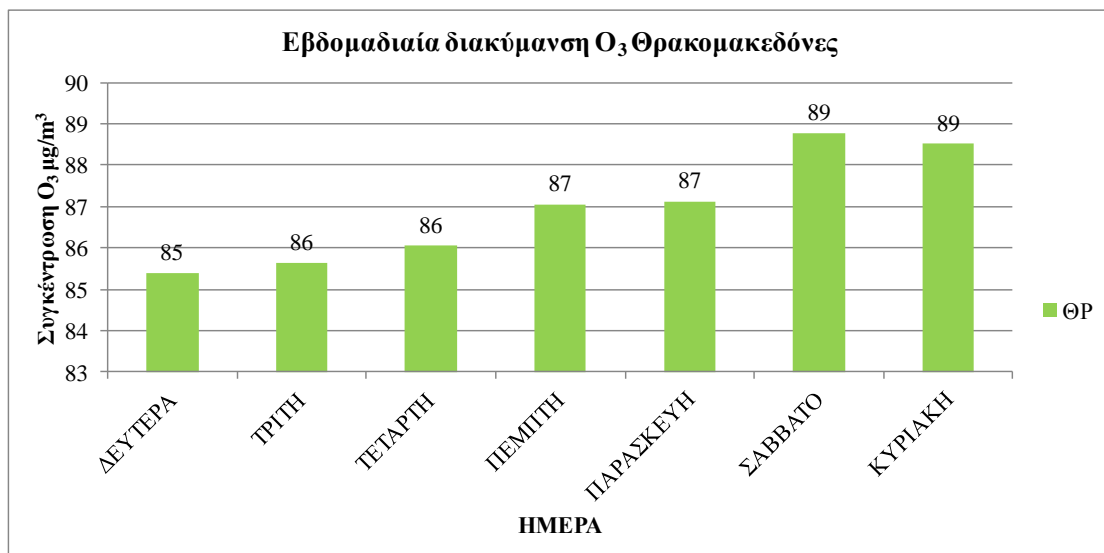
Διάγραμμα 0-147 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωρικών συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



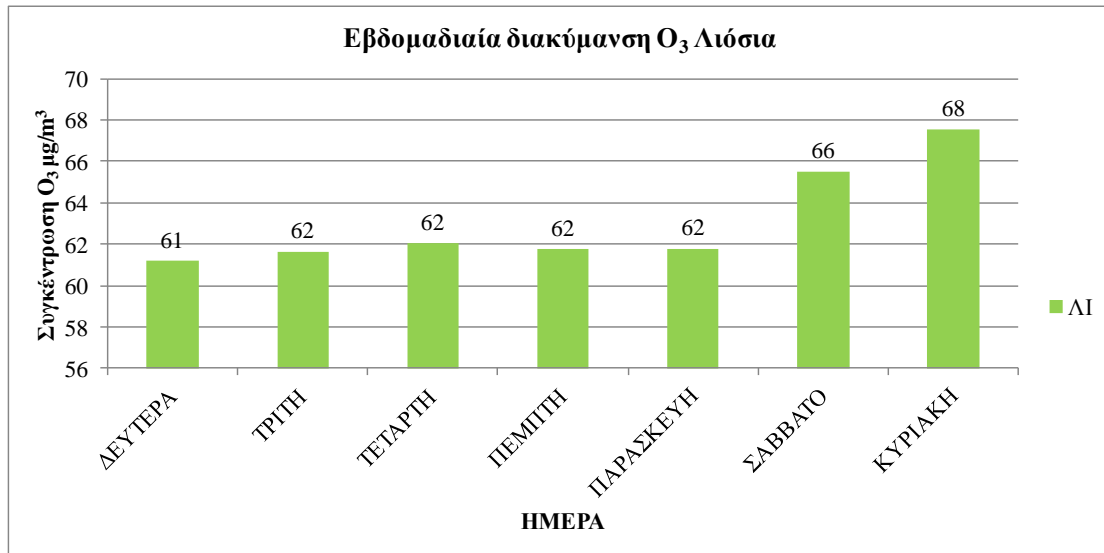
Διάγραμμα 0-148 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωρικών συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



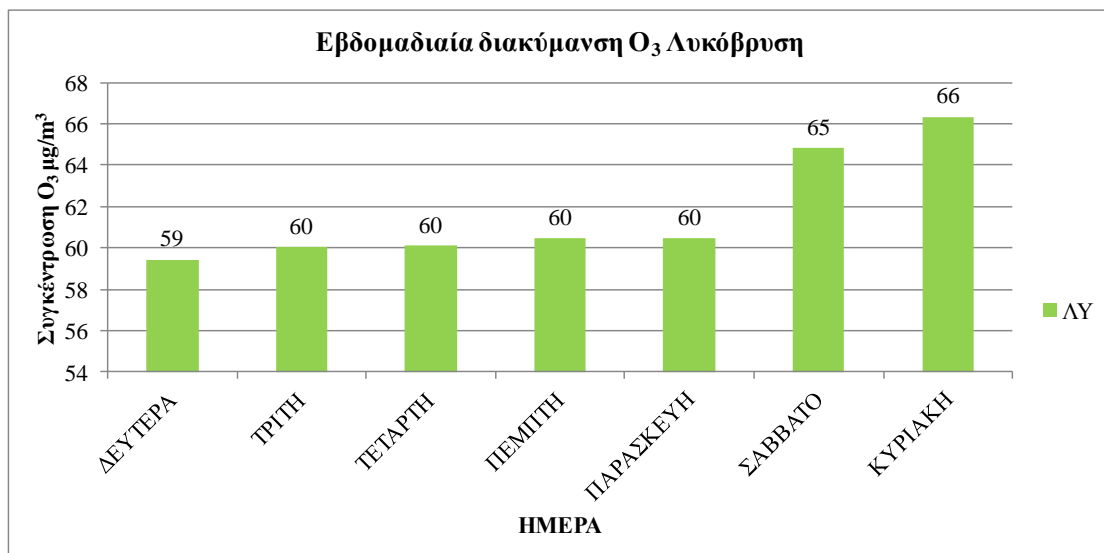
Διάγραμμα 0-149 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Ελευσίνα. Περίοδος 2001-2015.



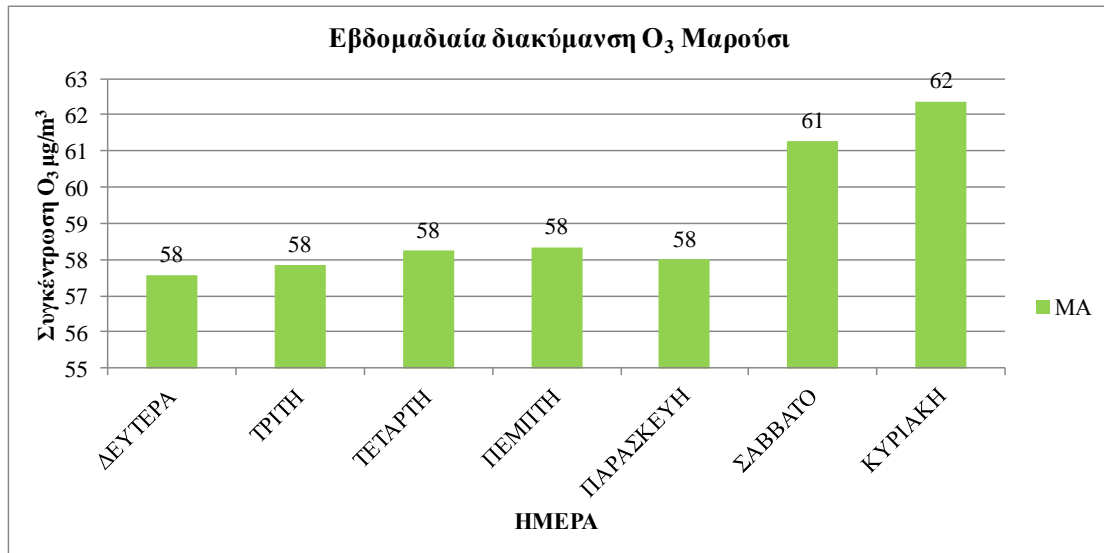
Διάγραμμα 0-150 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015.



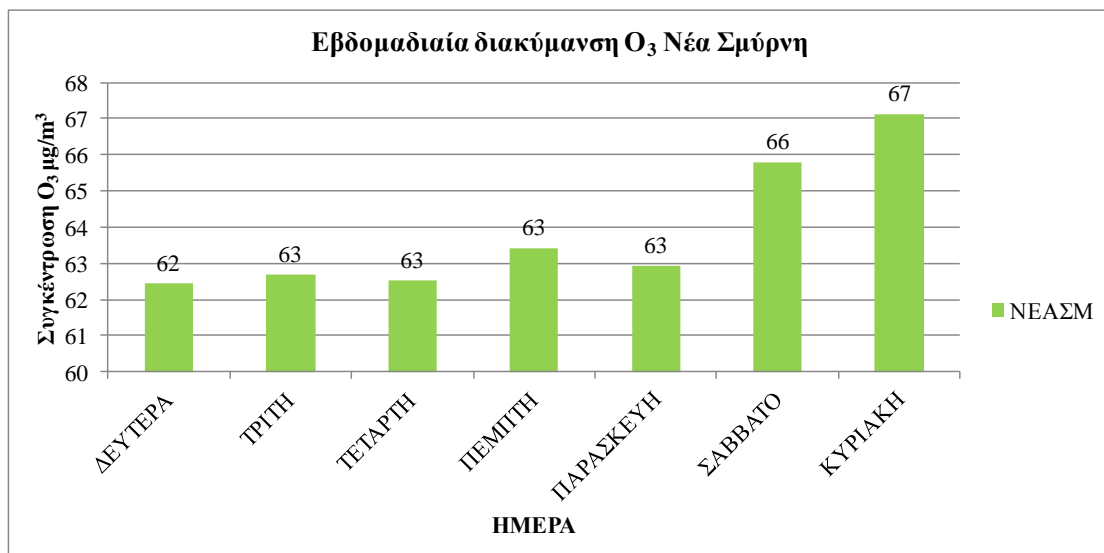
Διάγραμμα 0-151 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωρικών συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Λιόσια. Περίοδος 2001-2015.



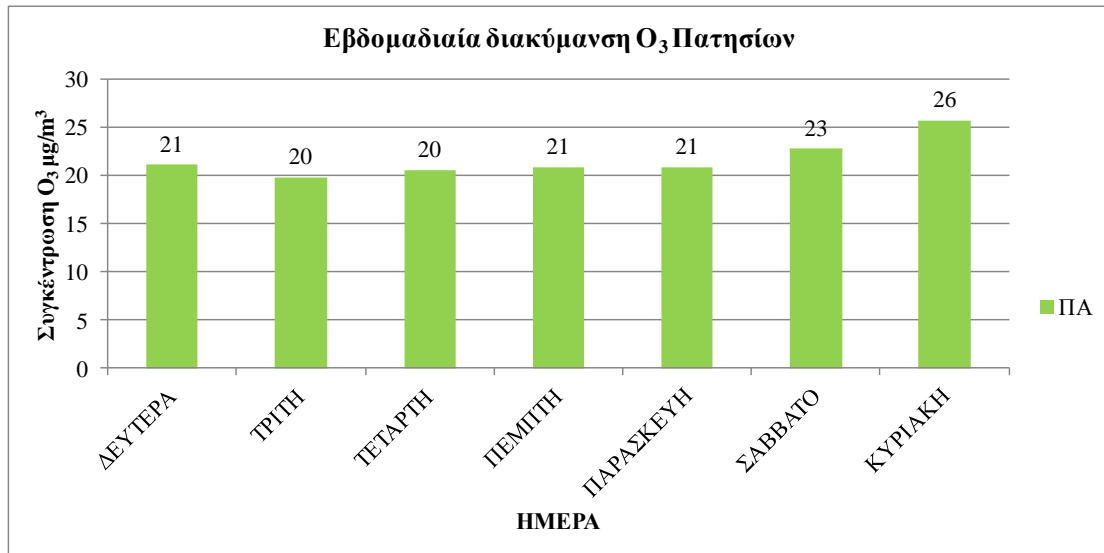
Διάγραμμα 0-152 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωρικών συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015.



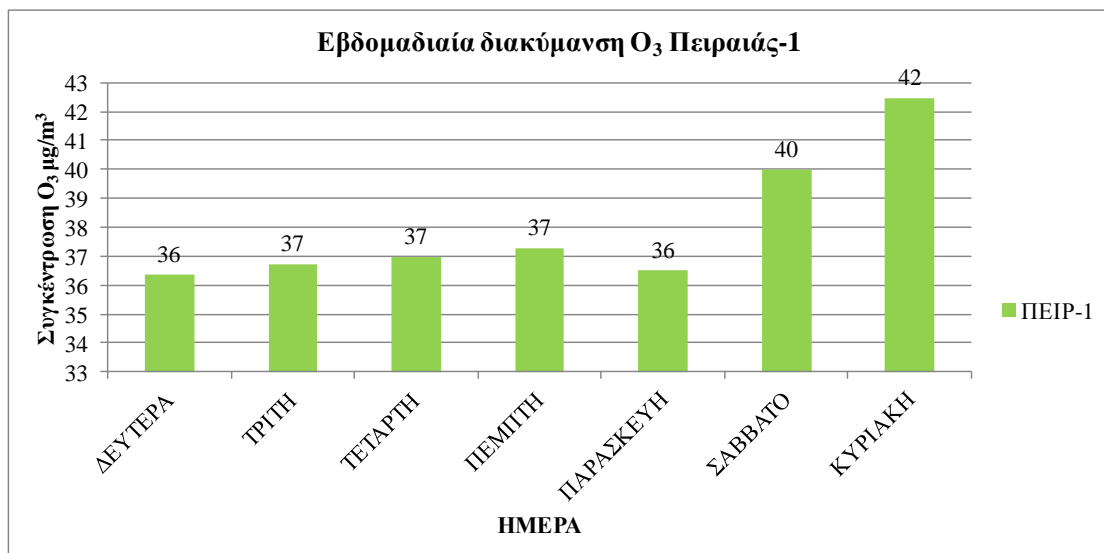
Διάγραμμα 0-153 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



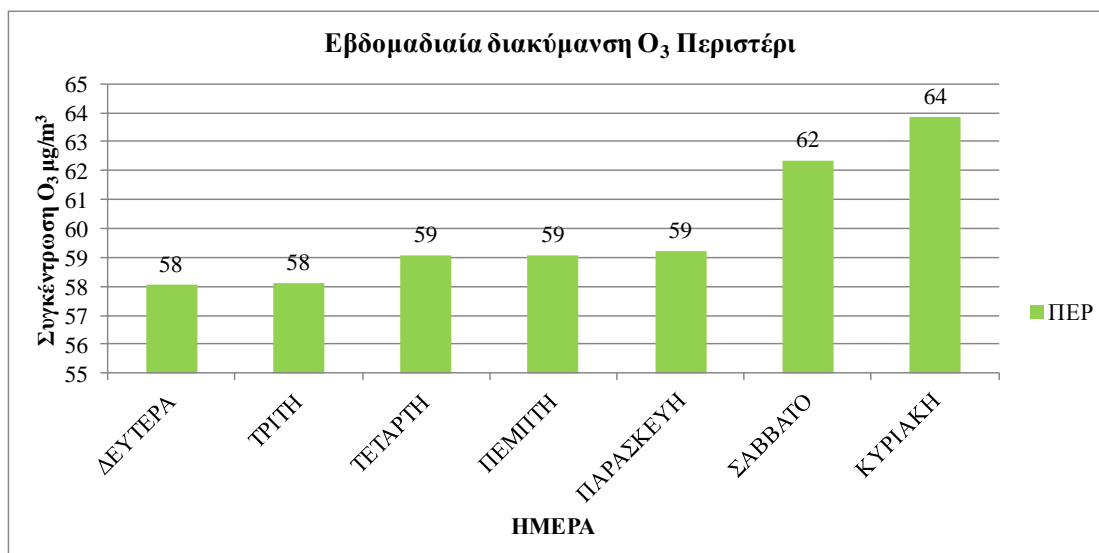
Διάγραμμα 0-154 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-155 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-156 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-157 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων O₃ στο σταθμό Περιστέρι. Περίοδος 2001-2015.

Εβδομαδιαία διακύμανση												
Ημέρα/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
ΔΕΥΤΕΡΑ	81	35	44	55	85	61	59	58	62	21	36	58
ΤΡΙΤΗ	81	34	43	55	86	62	60	58	63	20	37	58
ΤΕΤΑΡΤΗ	81	34	43	55	86	62	60	58	63	20	37	59
ΠΕΜΠΤΗ	82	34	44	56	87	62	60	58	63	21	37	59
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	83	33	43	56	87	62	60	58	63	21	36	59
ΣΑΒΒΑΤΟ	85	36	47	59	89	66	65	61	66	23	40	62
ΚΥΡΙΑΚΗ	86	40	49	61	89	68	66	62	67	26	42	64

Πίνακας 4-15 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση των τιμών συγκέντρωσης όζοντος για τους σταθμούς της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015.

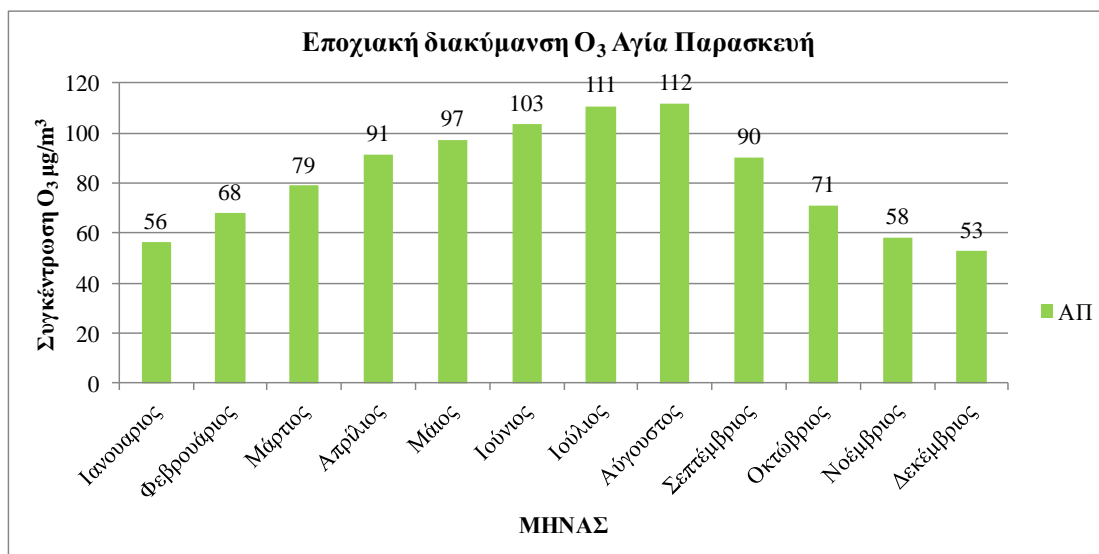
Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σύνολο των σταθμών καταγράφεται αύξηση της μέσης ημερήσιας τιμής συγκέντρωσης όζοντος τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Η αιτία για την σχετικά μικρή αυτή αύξηση είναι η μείωση της κυκλοφορίας των οχημάτων, το οποίο συνεπάγεται την μείωση των εκπομπών και συγκεντρώσεων του διοξειδίου του αζώτου (NO₂).

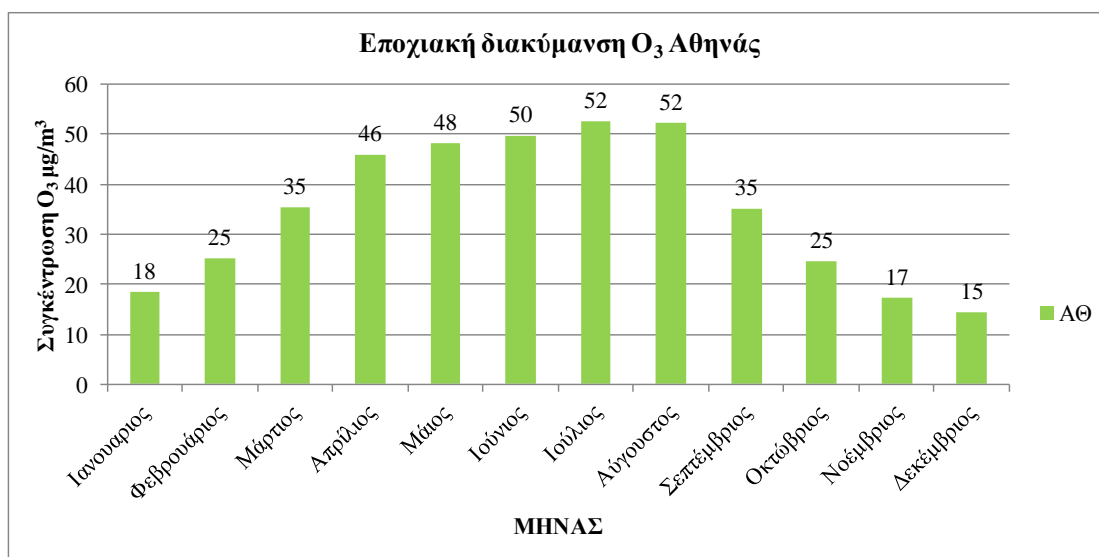
4.3.2.3 Εποχιακή διακύμανση O₃

Στο πίνακα 4-17 και τα διαγράμματα 1-158 έως 1-169 εμφανίζεται η εξέλιξη των μέσων μηνιαίων τιμών όζοντος, από ωριαίες μέσες τιμές συγκέντρωσης. Τα

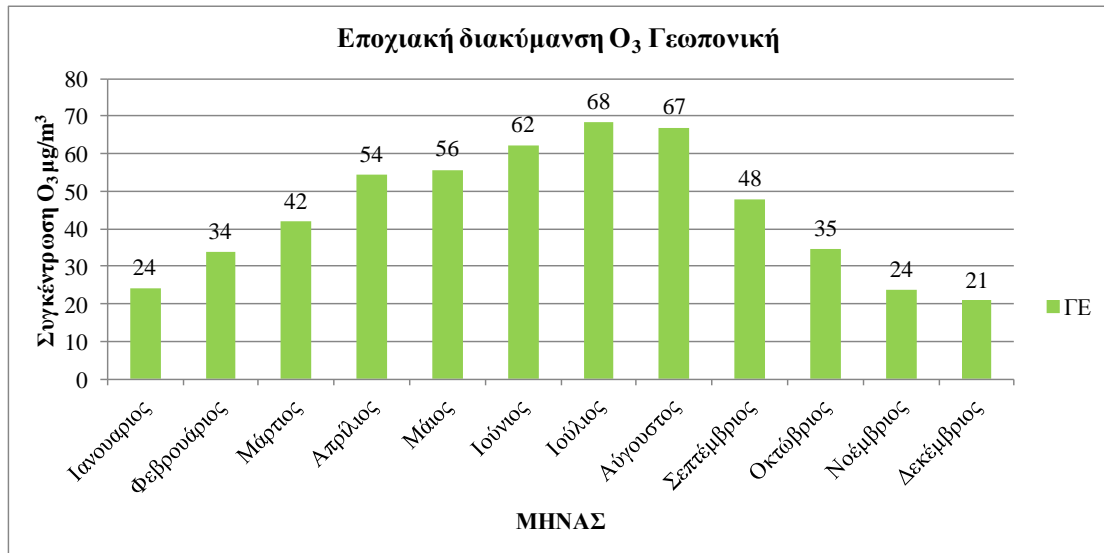
αποτελέσματα αφορούν τους σταθμούς της Ε.Π.Α για την χρονική περίοδο 2001-2015.



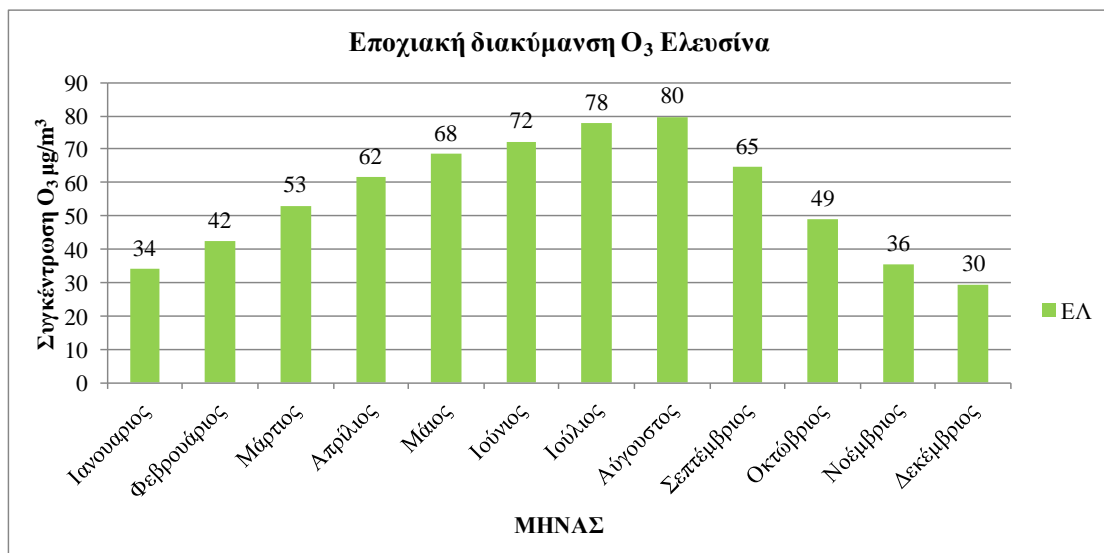
Διάγραμμα 0-158 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.



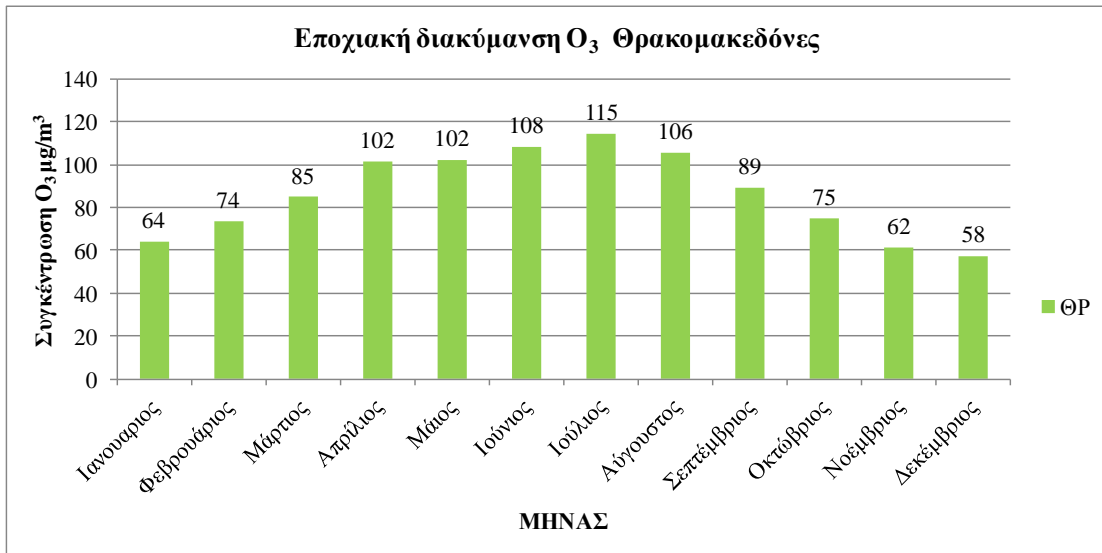
Διάγραμμα 0-159 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



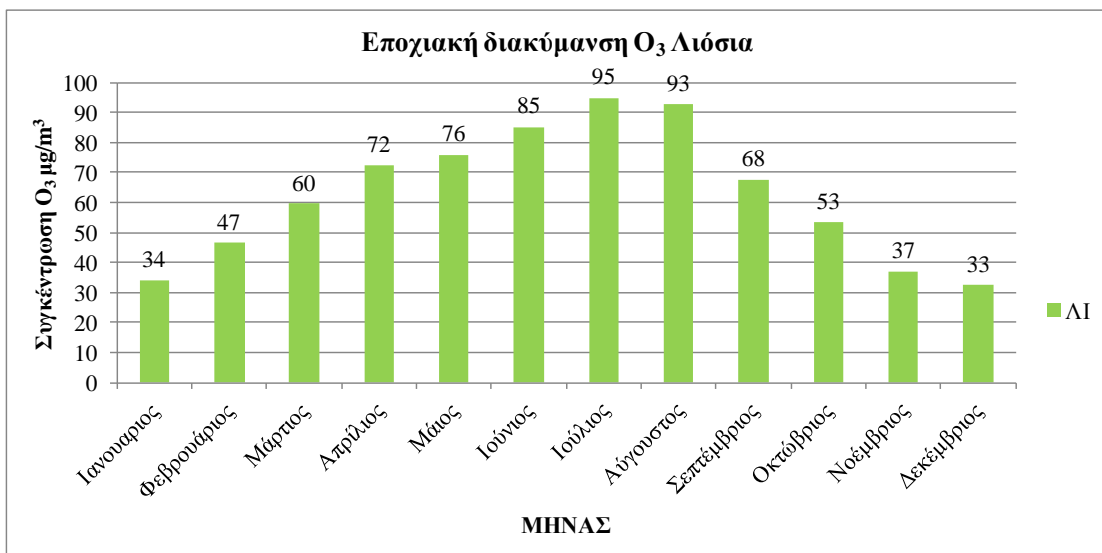
Διάγραμμα 0-160 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



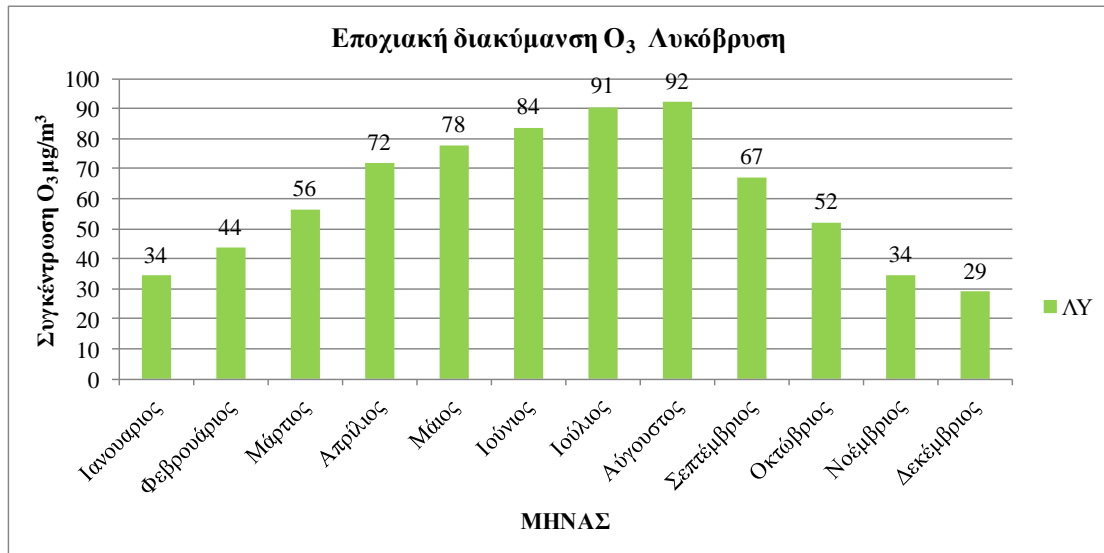
Διάγραμμα 0-161 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Ελευσίνα. Περίοδος 2001-2015.



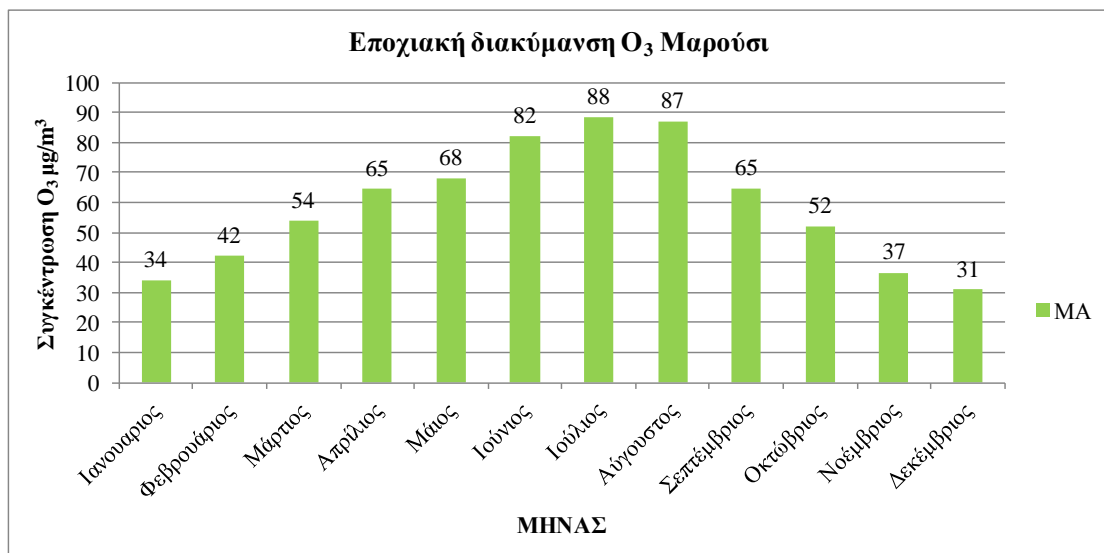
Διάγραμμα 0-162 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015.



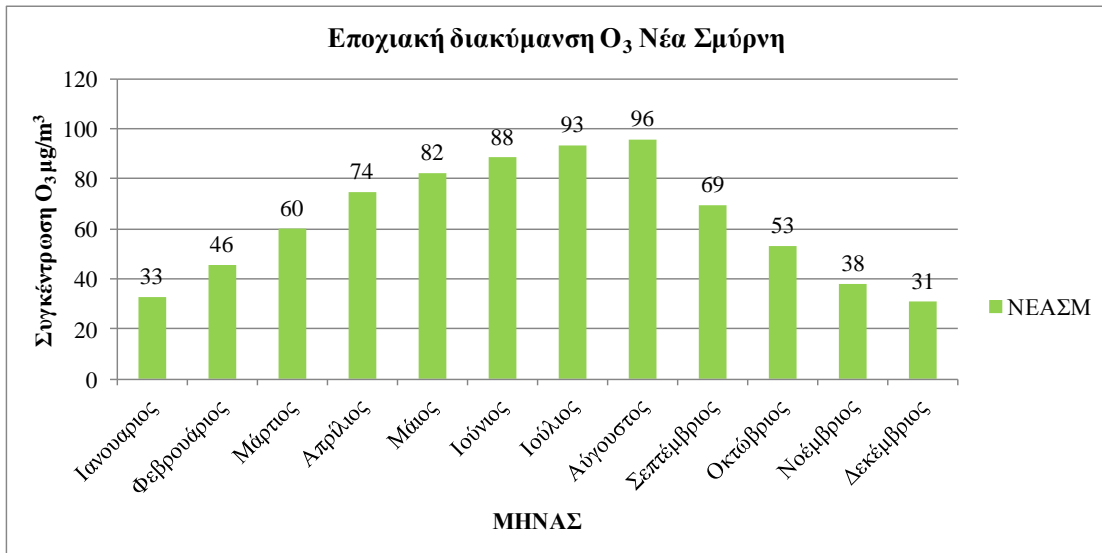
Διάγραμμα 0-163 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Λιόσια. Περίοδος 2001-2015.



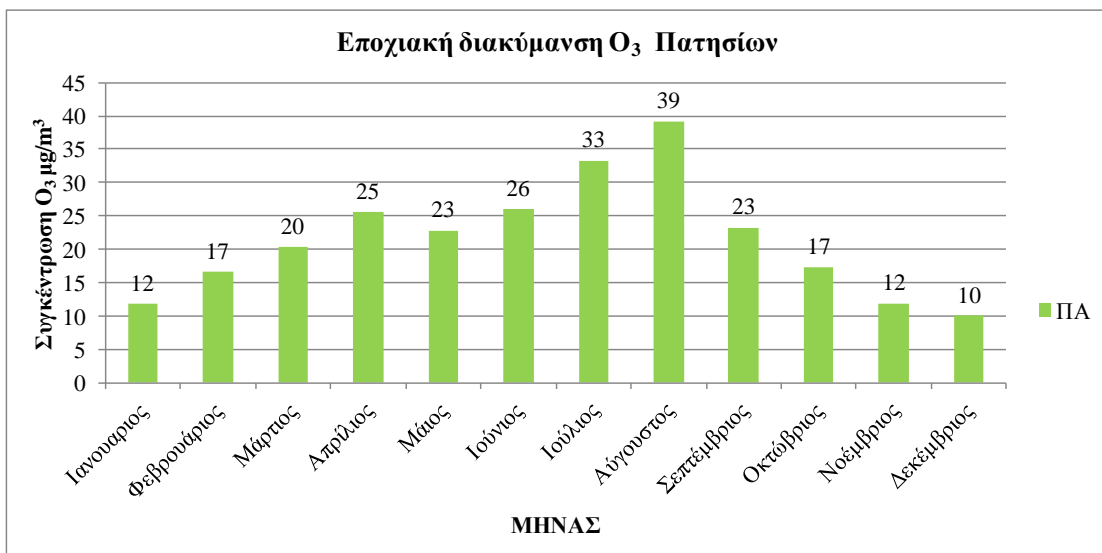
Διάγραμμα 0-164 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015.



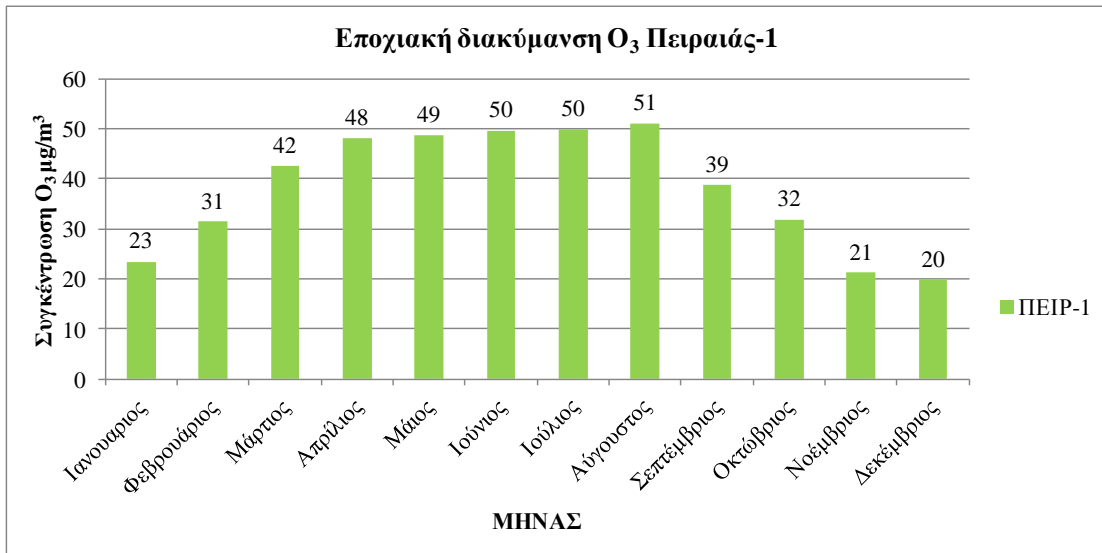
Διάγραμμα 0-165 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



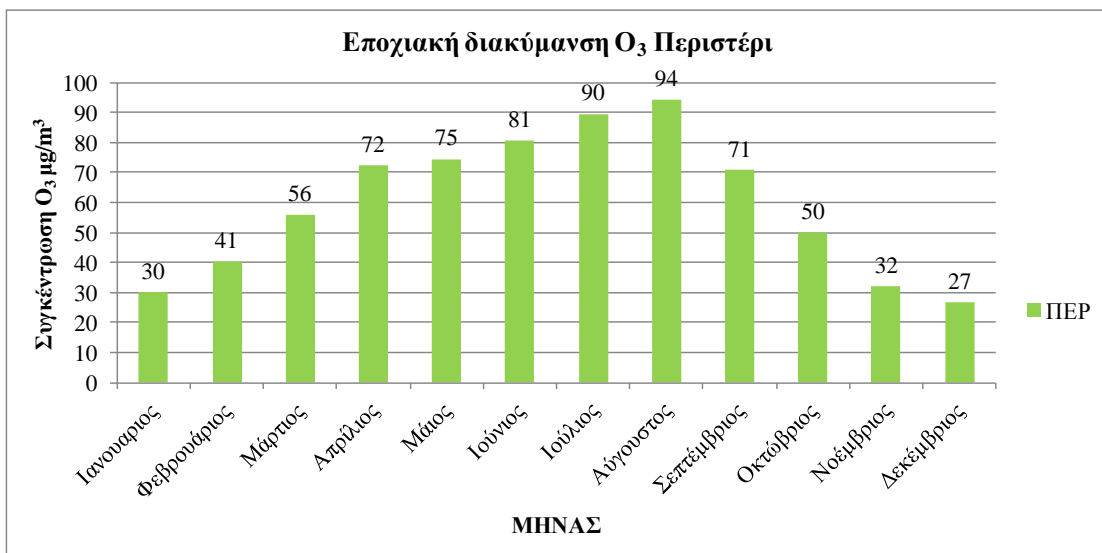
Διάγραμμα 0-166 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-167 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-168 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-169 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Περιστερί. Περίοδος 2001-2015.

Εποχιακή διακύμανση												
Μήνας/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΔΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
Ιανουάριος	56	18	24	34	64	34	34	34	33	12	23	30
Φεβρουάριος	68	25	34	42	74	47	44	42	46	17	31	41
Μάρτιος	79	35	42	53	85	60	56	54	60	20	42	56
Απρίλιος	91	46	54	62	102	72	72	65	74	25	48	72
Μάιος	97	48	56	68	102	76	78	68	82	23	49	75
Ιούνιος	103	50	62	72	108	85	84	82	88	26	50	81
Ιούλιος	111	52	68	78	115	95	91	88	93	33	50	90
Αύγουστος	112	52	67	80	106	93	92	87	96	39	51	94
Σεπτέμβριος	90	35	48	65	89	68	67	65	69	23	39	71
Οκτώβριος	71	25	35	49	75	53	52	52	53	17	32	50
Νοέμβριος	58	17	24	36	62	37	34	37	38	12	21	32
Δεκέμβριος	53	15	21	30	58	33	29	31	31	10	20	27

Πίνακας 4-16

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σύνολο των εξεταζόμενων σταθμών καταγράφεται αύξηση των μέσων μηνιαίων τιμών των ωριαίων συγκεντρώσεων τους θερινούς μήνες.

4.3.2.4 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος

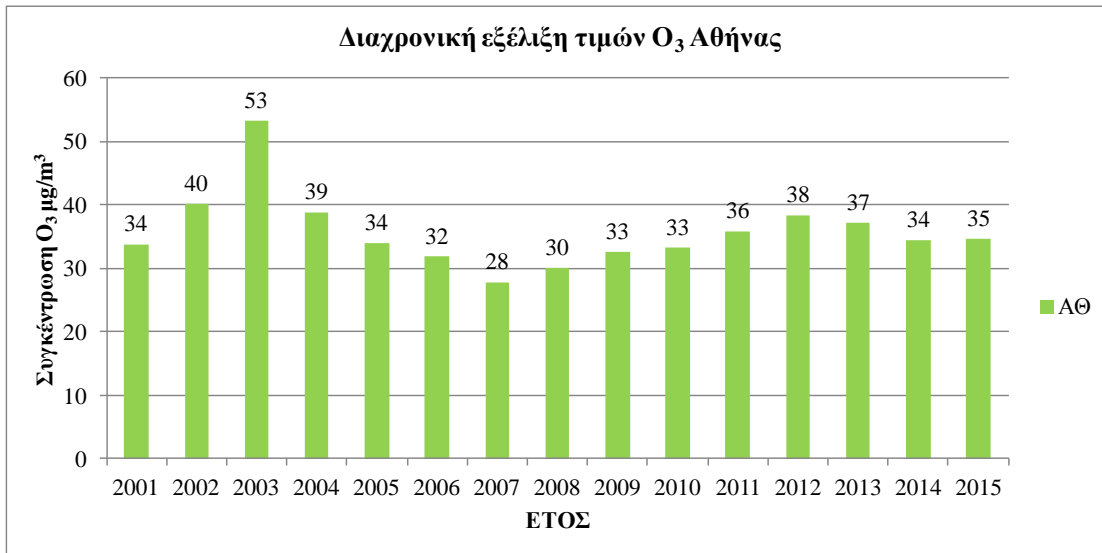
Στο πίνακα 4-17 και στα διαγράμματα 1-170 έως 1-181 εμφανίζεται η διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές, για την χρονική περίοδο 2001-2015, στο σύνολο των δώδεκα εξεταζόμενων σταθμών.

Έτος/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΘ	ΓΕ	ΕΛ	ΘΡ	ΛΙ	ΛΥ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕΡ
2001	93	34	46	64	90	65	55	49	57	20	24	58
2002	94	40	24	59	94	64	59	52	68	19	44	52
2003	97	53	21	65	89	73	57	49	71	20	54	62
2004	89	39	40	47	90	58	56	50	39	17	25	54
2005	87	34	51	48	83	58	60	60	67	18	20	56
2006	81	32	47	44	82	53	59	58	51	19	43	57
2007	63	28	45	46	79	52	61	59	65	19	39	55
2008	75	30	45	64	84	73	74	57	67	20	44	58
2009	85	33	47	66	84	46	62	60	66	24	39	64
2010	85	33	46	55	88	56	56	61	72	23	43	60
2011	92	36	44	66	88	66	66	68	68	28	42	64
2012	85	38	52	69	94	68	72	69	66	24	42	65
2013	82	37	56	61	97	80	66	65	67	25	33	65
2014	57	34	52	45	74	69	60	63	63	20	35	61
2015	84	35	56	57	88	71	64	68	68	26	33	63

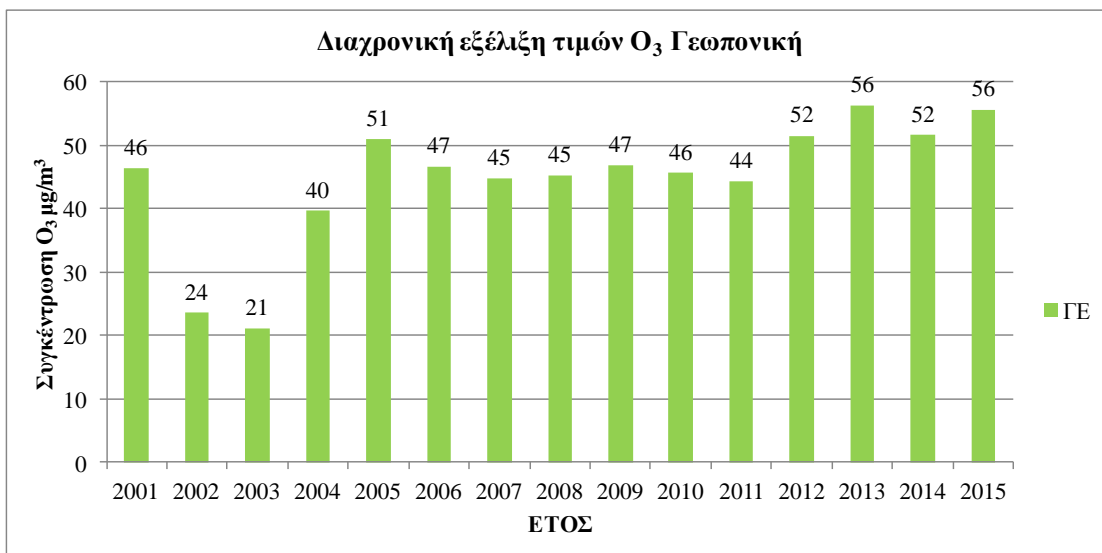
Πίνακας 4-17 Διαχρονική εξέλιξη ετησίων μέσων τιμών συγκέντρωσης, από ωριαίες μέσες τιμές.



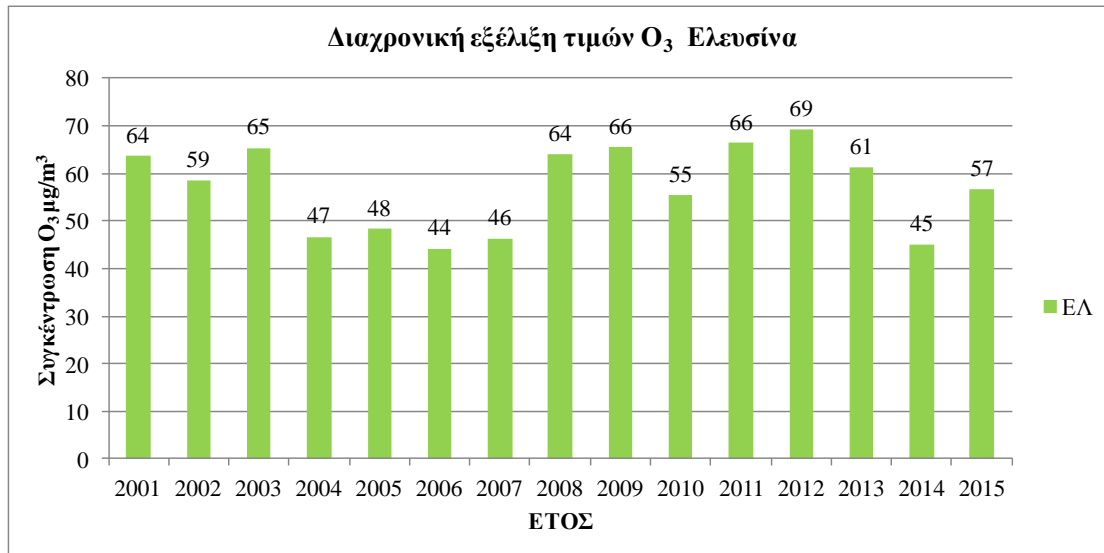
Διάγραμμα 0-170 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.



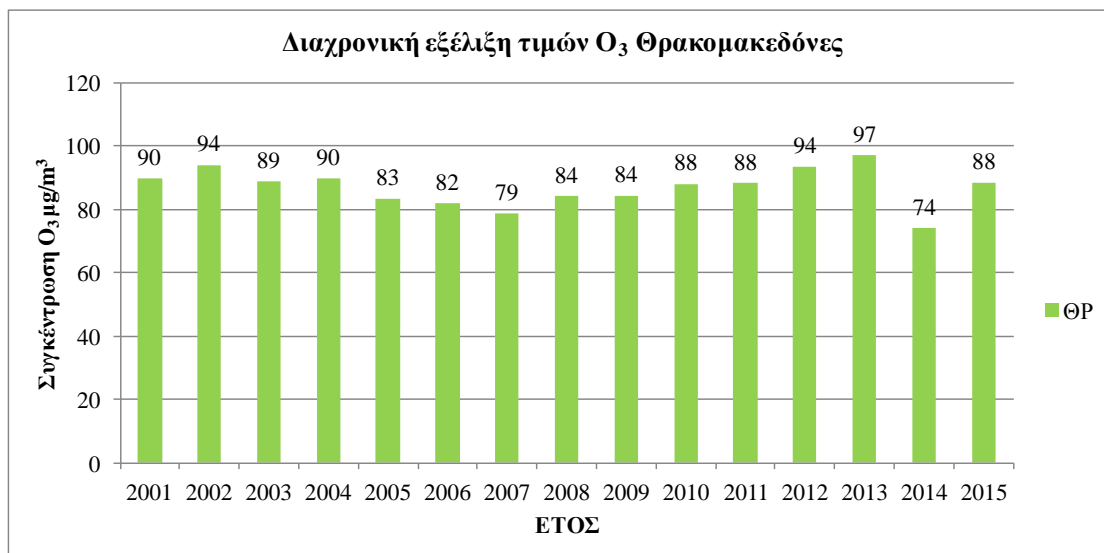
Διάγραμμα 0-171 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Αθήνας. Περίοδος 2001-2015.



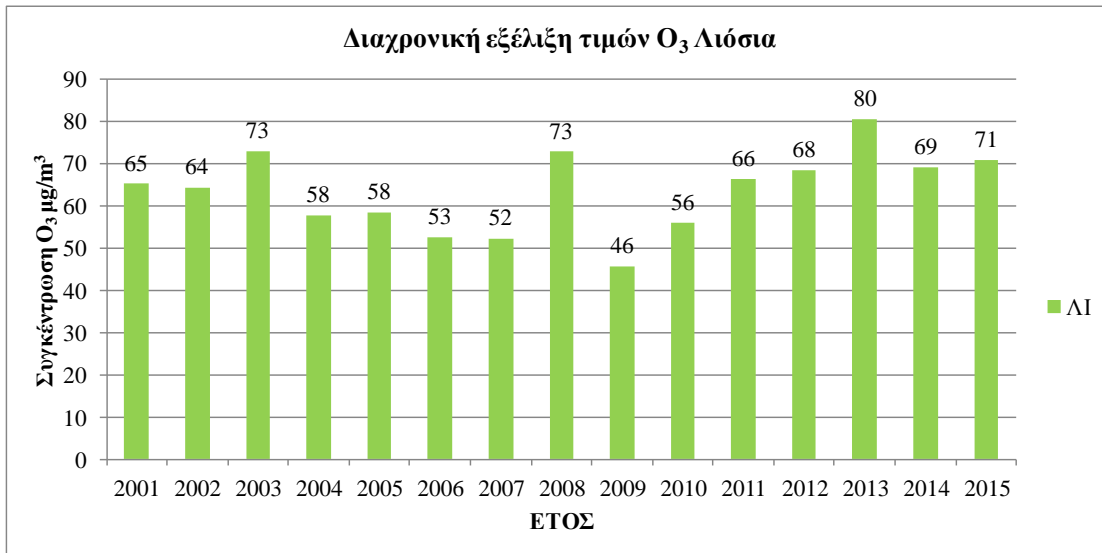
Διάγραμμα 0-172 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



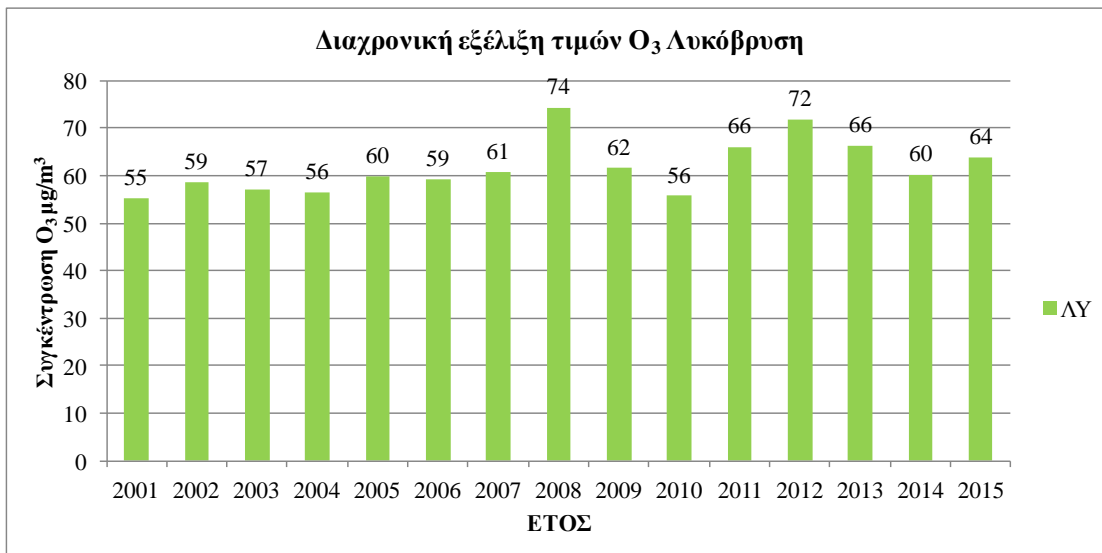
Διάγραμμα 0-173 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Ελευσίνα. Περίοδος 2001-2015.



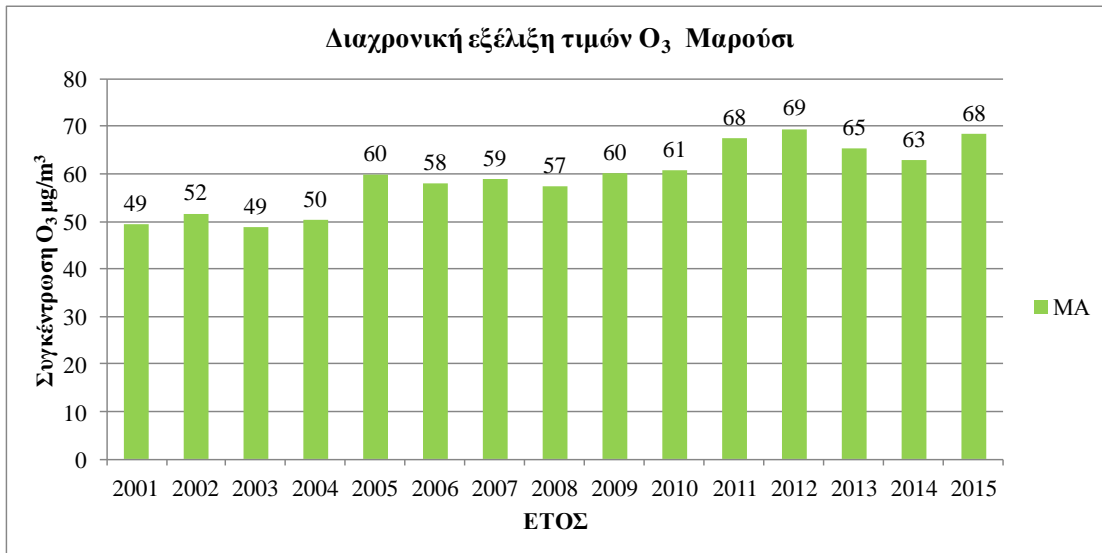
Διάγραμμα 0-174 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015.



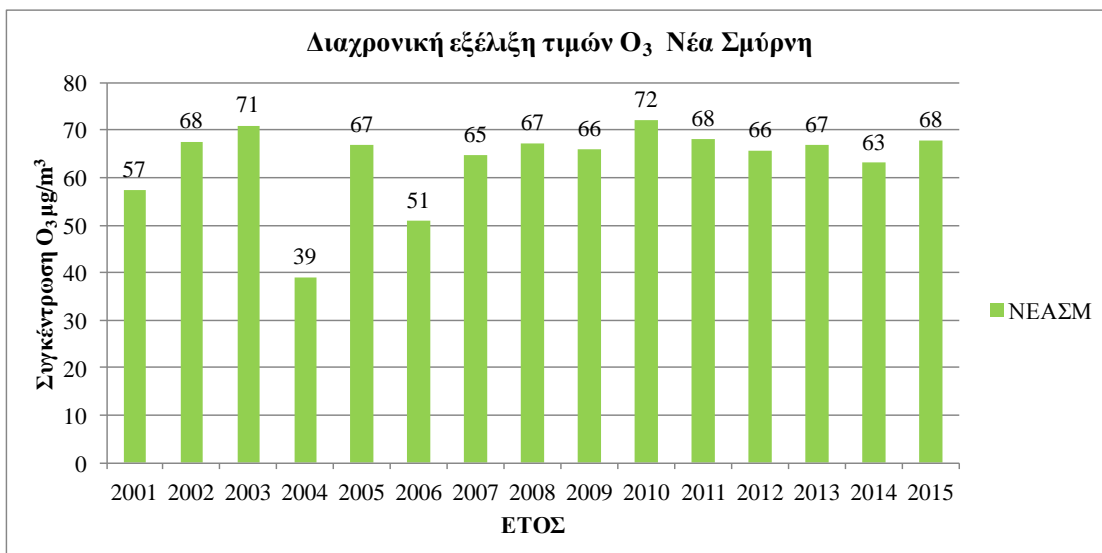
Διάγραμμα 0-175 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Λιόσια. Περίοδος 2001-2015.



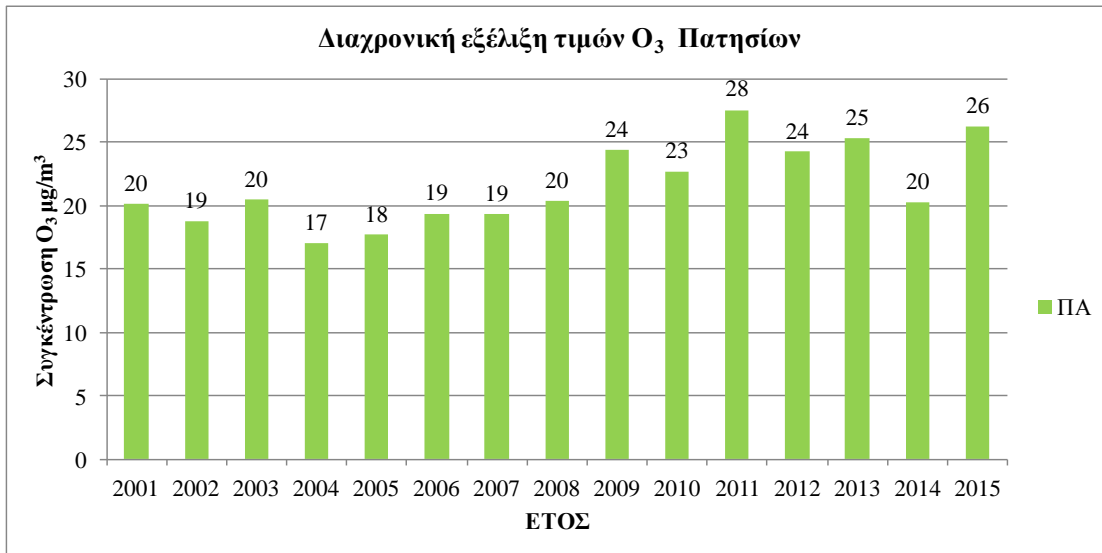
Διάγραμμα 0-176 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015.



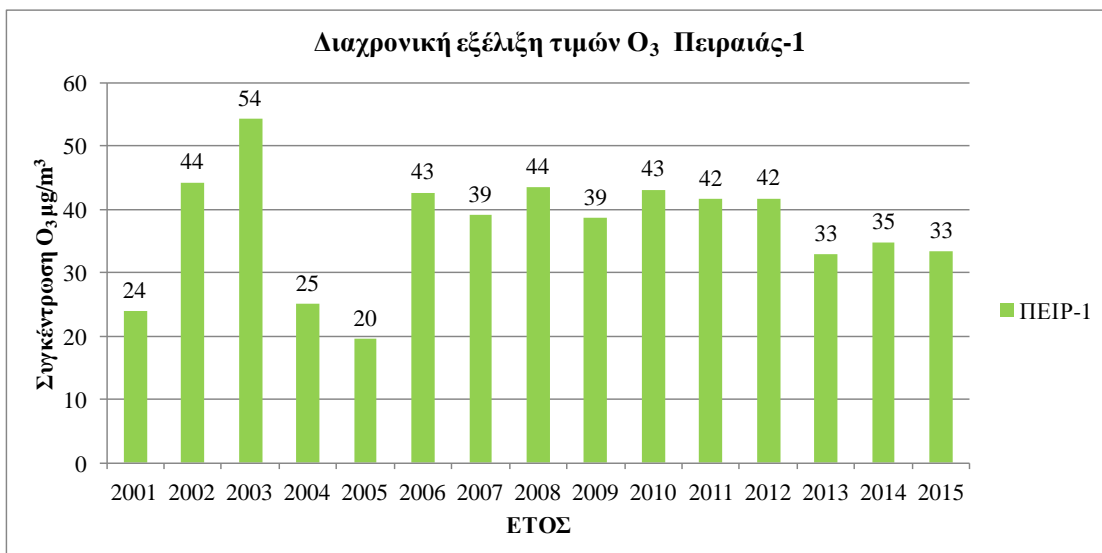
Διάγραμμα 0-177 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



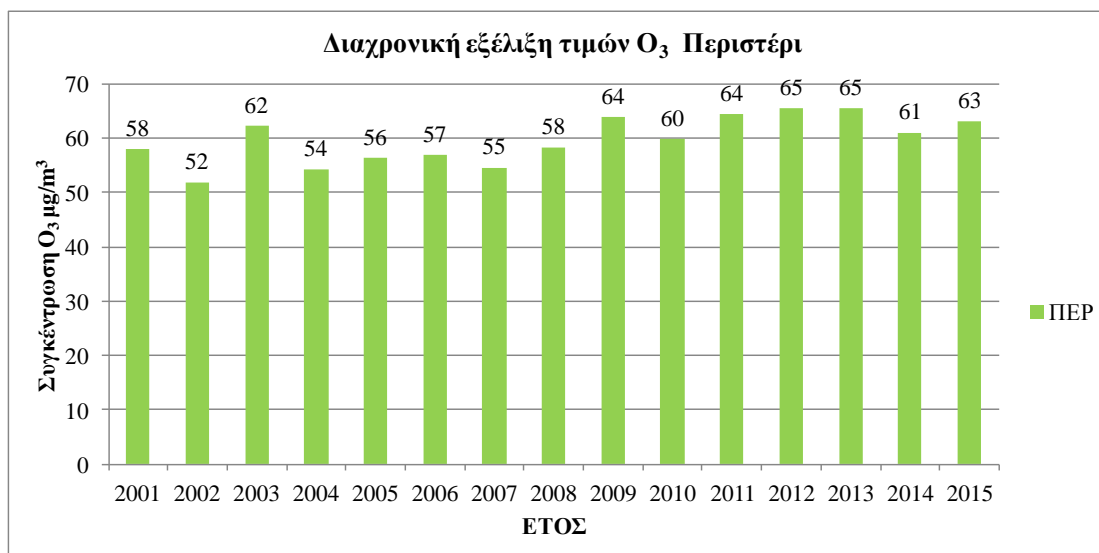
Διάγραμμα 0-178 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές. Σταθμός Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-179 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές, Σταθμός Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-180 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές, Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-181 Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης όζοντος, από ωριαίες τιμές, Σταθμός Περιστερί. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Γενικότερα, εμφανίζεται διαχρονικά πως οι μέσες ετήσιες τιμές συγκέντρωσης παραμένουν σε σταθερά σχετικά επίπεδα, στο σύνολο των εξεταζόμενων σταθμών. Οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφονται στους σταθμούς Θρακομακεδόνες και Αγία Παρασκευή, ενώ οι χαμηλότερες στους σταθμούς Πατησίων και Αθηνάς.

4.3.3 Γενικά συμπεράσματα για το όζον

Μέσο της ανωτέρω επεξεργασίας των ωριαίων τιμών συγκέντρωσης γίνεται εμφανές ότι, για την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας (Ε.Π.Α), τα όρια των συγκεντρώσεων που αφορούν την ανθρώπινη υγεία, υπερβαίνονται σε όλους τους σταθμούς. Ο σταθμός Πατησίων αποτελεί την μοναδική εξαίρεση. Παράλληλα τα επίπεδα των συγκεντρώσεων είναι αντίστοιχα πολύ υψηλά. Οι περιστατικοί σταθμοί Αγία Παρασκευή και Θρακομακεδόνες κατέγραψαν εντός της δεκαπενταετίας τα μεγαλύτερα επίπεδα συγκεντρώσεων καθώς και το μεγαλύτερο πλήθος υπερβάσεων. Συμμόρφωση με το όριο των 25 ημερών υπέρβασης ανά έτος κατά μέσο όρο τριετίας, από την τριετία 2010-12 και έπειτα παρουσιάζουν τέσσερις σταθμοί, Αθηνάς, Γεωπονική, Πατησίων και Πειραιάς-1. Οι υπόλοιποι σταθμοί υπερβαίνουν το όριο που προβλέπεται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Οι συγκεντρώσεις του όζοντος στην Ε.Π.Α, όπως αυτές παρουσιάζονται από τα στοιχεία της δεκαπενταετίας 2001-2015 υποδεικνύουν την ανάγκη εφαρμογής πολιτικών και μέτρων που θα επιφέρουν συμμόρφωση προς τα νομοθετημένα όρια.

Τέλος, η εξέταση των διακυμάνσεων στο εικοσιτετράωρο και κατά την διάρκεια του έτους επιβεβαιώνουν την σημαντική επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στην παραγωγή του όζοντος (O₃). Αντίστοιχα, αύξηση των συγκεντρώσεων τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή αναδεικνύει την επίδραση των εκπομπών διοξειδίου του αζώτου (NO₂) από τις μηχανές εσωτερική καύσης (Μ.Ε.Κ) των οχημάτων.

4.4 Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)

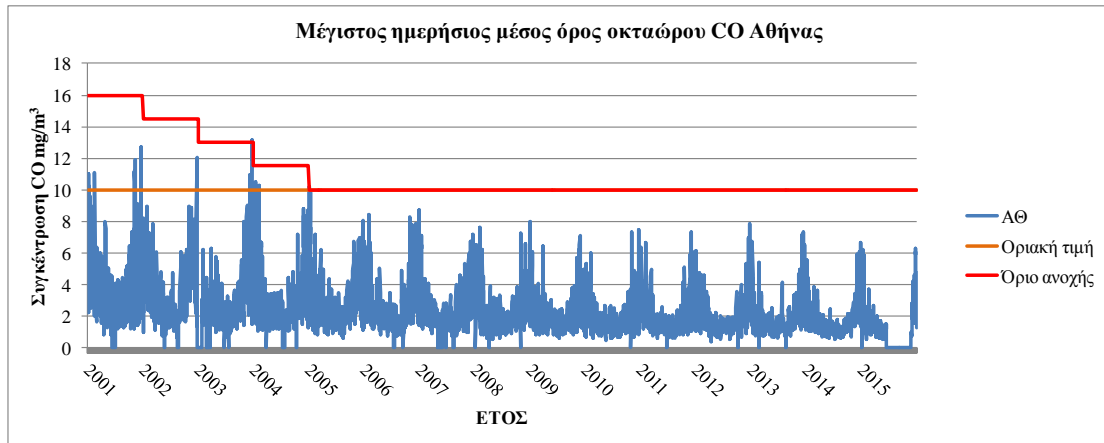
Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει δεδομένα ωραίων μέσων τιμών συγκέντρωσης για επτά (7) σταθμούς. Οι επτά σταθμοί είναι α) Αθηνάς, β) Γεωπονική, γ) Μαρούσι δ) Νέα Σμύρνη ε) Πατησίων στ) Πειραιάς-1 ζ) Περιστερί. Οι ωριαίες τιμές συγκέντρωσης στην συνέχεια υπόκεινται σε επεξεργασία σε ημερήσια, εβδομαδιαία, εποχιακή (ανά μήνα) και διαχρονική (ανά έτος). Πρωτίτερα, εξετάζεται σε τιμές οκταώρου η συμμόρφωση προς τα όρια για τη προστασία της ανθρώπινης υγείας, όπως αυτά θεσπίζονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Στην εξέταση της νομικής συμμόρφωσης συνυπολογίζουμε και το περιθώριο ανοχής.

4.4.1 Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για το μονοξείδιο του άνθρακα

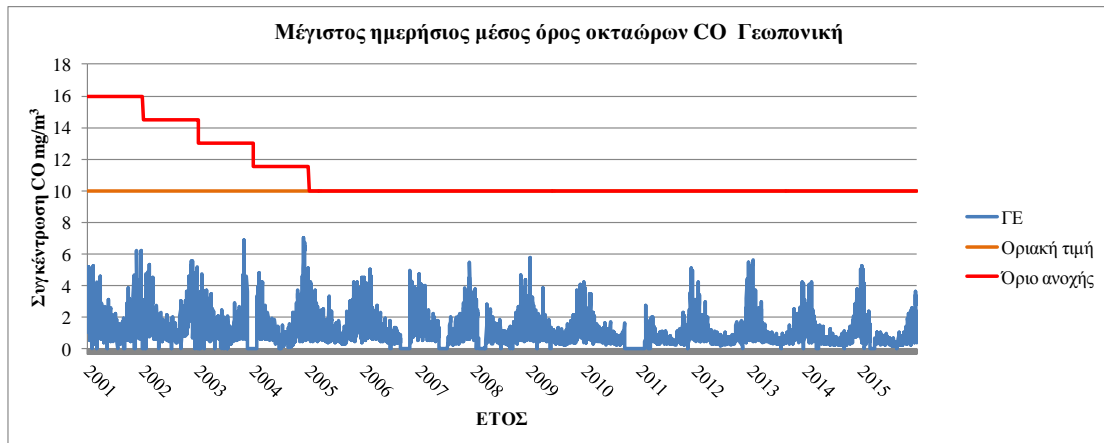
Αρχικώς, παρουσιάζονται σε διαγράμματα οι μέγιστες ημερήσιες τιμές οκταώρου σε σύγκριση με την οριακή τιμή του μονοξειδίου του άνθρακα και του περιθωρίου ανοχής. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι υπερβάσεις που καταγράφονται στους δύο σταθμούς Αθηνάς και Πατησίων.

4.4.1.1 Διαγράμματα μέγιστης ημερήσιας ωριαίας μέσης τιμής μονοξειδίου του άνθρακα (O₃)

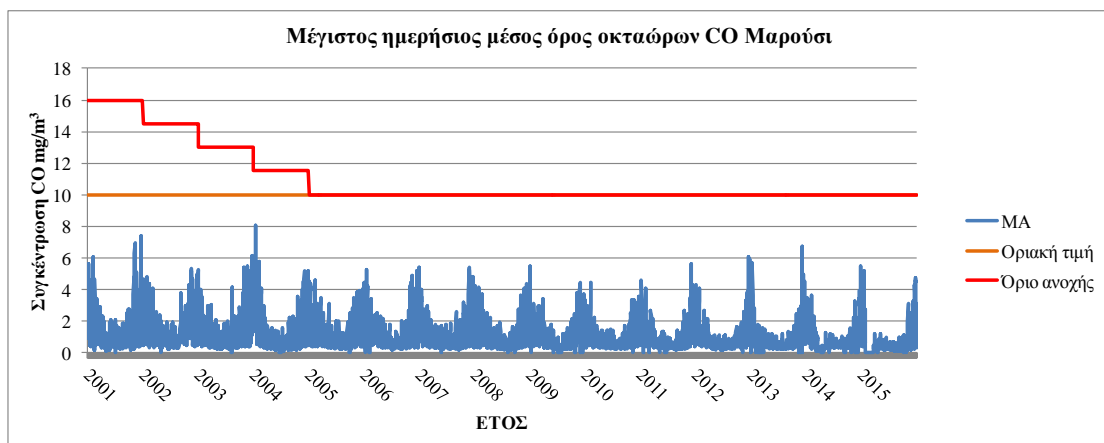
Στα διαγράμματα από 1-182 έως 1-188 εμφανίζονται οι μέγιστες ημερήσιες τιμές οκταώρου σε σύγκριση με την οριακή τιμή των 10 mg/m³ και το περιθώριο ανοχής, όπως αυτό προβλέπεται από τις οδηγίες 2003/3/EK & 2008/50/EK.



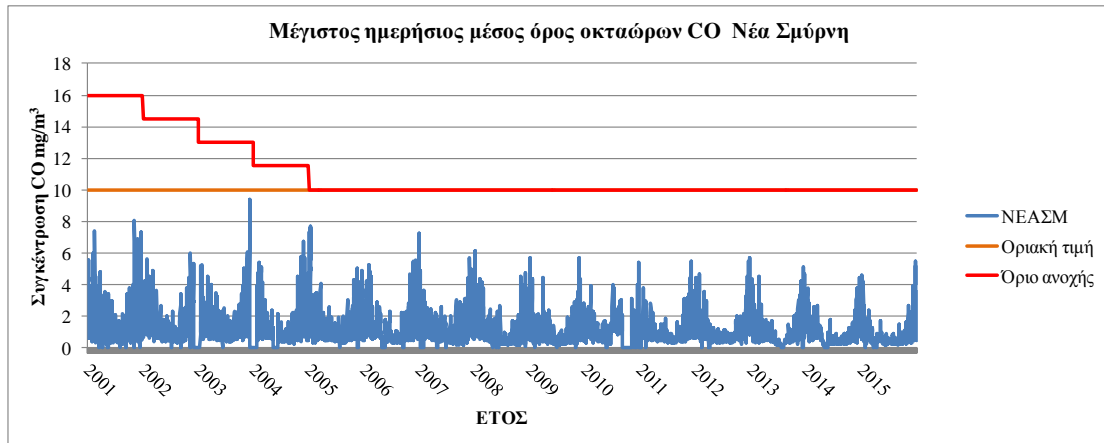
Διάγραμμα 0-182 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων CO .Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



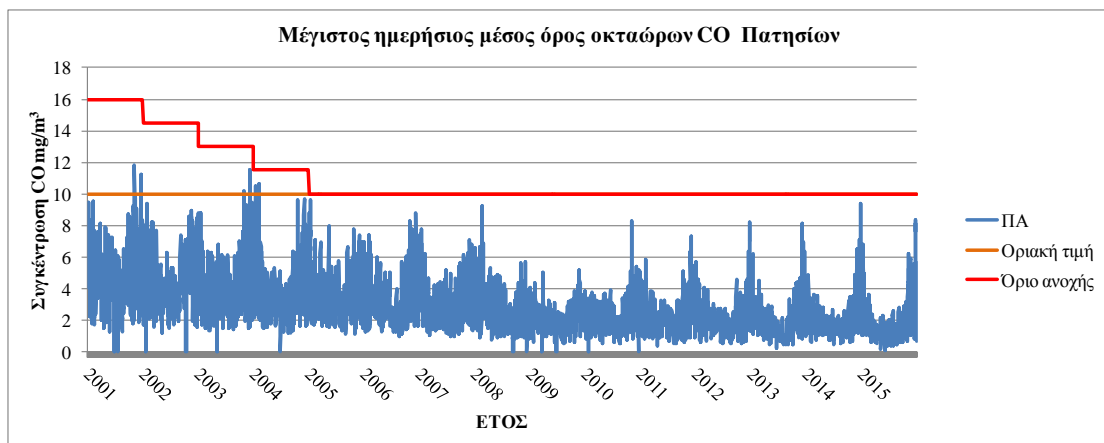
Διάγραμμα 0-183 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων CO .Σταθμός Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



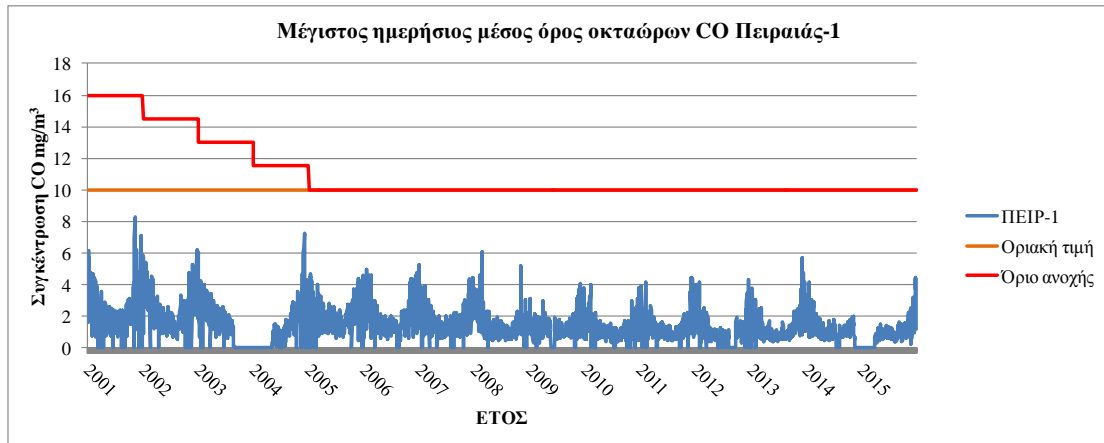
Διάγραμμα 0-184 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων CO .Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



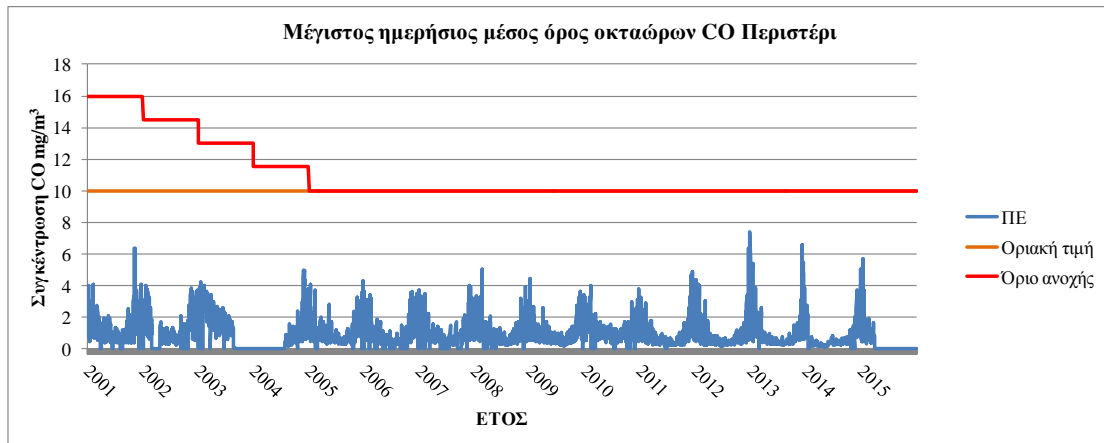
Διάγραμμα 0-185 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων CO .Σταθμός Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-186 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων CO .Σταθμός Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-187 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων CO .Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-188 Μέγιστος ημερήσιος μέσος όρος οκταώρων CO .Σταθμός Περιστερί. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στους σταθμούς Γεωπονική, Μαρούσι, Νέα Σμύρνη, Πειραιά-1 & Περιστερί παρουσιάζεται συμμόρφωση προς την οριακή τιμή για το σύνολο της χρονικής περιόδου 2001-2015. Εξαιρέση αποτελούν οι σταθμοί Αθηνάς και Πατησίων όπου εμφανίζονται υπερβάσεις έως το 2005.

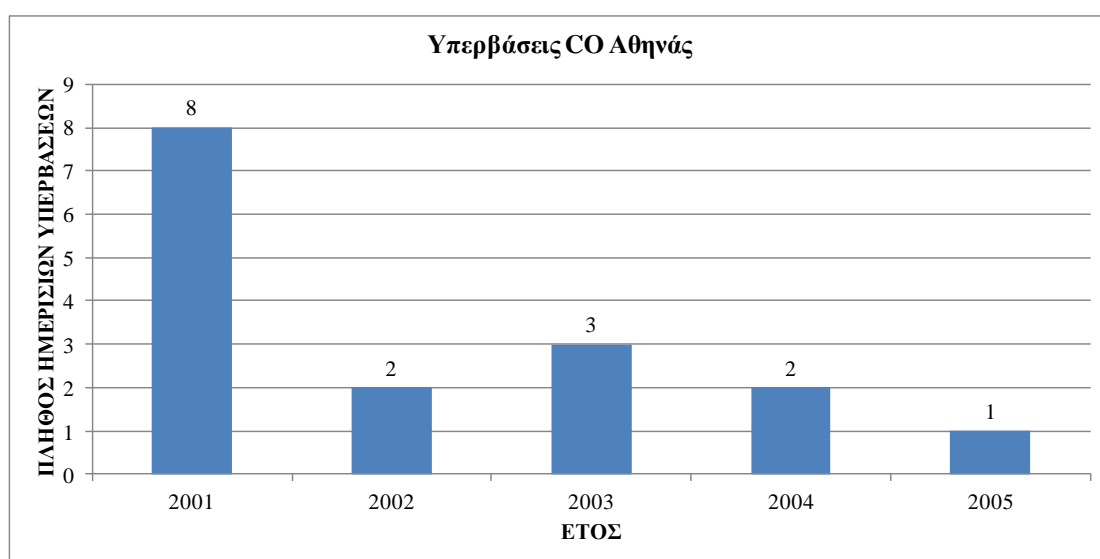
4.4.1.2 Υπερβάσεις οριακής τιμής μονοξειδίου του άνθρακα

Στο πίνακα 4-18 και τα διαγράμματα 1-189 και 1-190 παρουσιάζονται οι καταγεγραμμένες υπερβάσεις μέγιστης ημερήσιας συγκέντρωσης κυλιόμενου οκταώρου στους σταθμούς Αθηνάς και Πατησίων για την περίοδο 2001-2005.

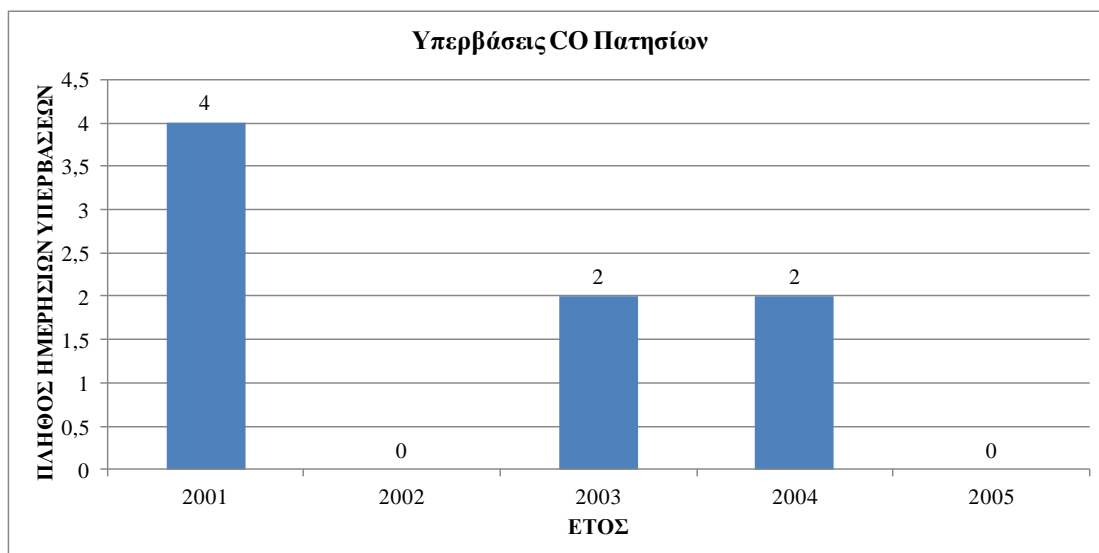
Έτος/ Σταθμός	Αθηνάς	Πατησίων
2001	8	4
2002	2	0
2003	3	2
2004	2	2
2005	1	0

Πίνακας 4-18 Υπερβάσεις μέγιστης ημερήσιας συγκέντρωσης οκταώρου ανά έτος στους σταθμούς Αθηνάς και Πατησίων. Περίοδος 2001-2005

Ο πίνακας συμπεριλαμβάνει μόνο τους δύο σταθμούς καθώς δεν καταγράφονται υπερβάσεις σε καμιά άλλη θέση στο χρονικό διάστημα. Παράλληλα, δεν καταγράφονται υπερβάσεις της οριακής τιμής την χρονική περίοδο 2006-2015.



Διάγραμμα 0-189 Υπερβάσεις μέγιστης ημερήσιας συγκέντρωσης οκταώρου μονοξειδίου του άνθρακα ανά έτος στο σταθμό Αθηνάς. Περίοδος 2001-2005



Διάγραμμα 0-190 Υπερβάσεις μέγιστης ημερήσιας συγκέντρωσης οκταώρου μονοξειδίου του άνθρακα ανά έτος στο σταθμό Πατησίων. Περίοδος 2001-2005

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Αθηνάς εμφανίζονται οι περισσότερες υπερβάσεις και αποτελεί το μόνο σταθμό που καταγράφεται υπέρβαση της οριακής τιμής και του περιθωρίου ανοχής. Οι υπόλοιπες υπερβάσεις καταγράφονται στο σταθμό Πατησίων, ωστόσο εμφανίζεται συμμόρφωση προς το όριο ανοχής και την οριακή τιμή πριν την 1/1/2005 η οποία είναι η θεσμοθετημένη ημερομηνία συμμόρφωσης.

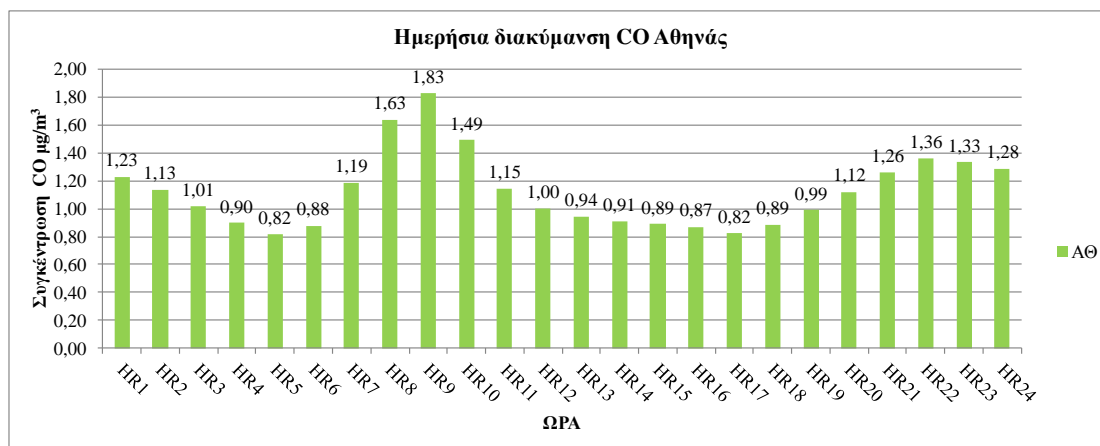
4.4.2 Στατιστικά χρονικής διακύμανση για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Πρώτα, παρουσιάζεται η ημερήσια διακύμανση των μέσων ωριαίων τιμών μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Ακολούθως, παρουσιάζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ανά ημέρα της εβδομάδας. Έπειτα, η εποχική διακύμανση ανα μήνα του έτους. Τέλος, παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων για την χρονική περίοδο 2001-2015. Οι τιμές είναι σε mg/m^3 .

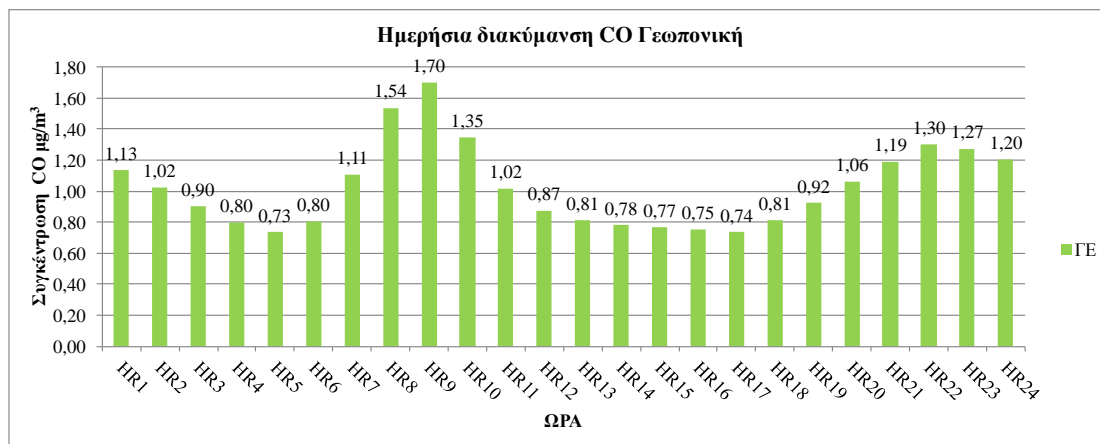
4.4.2.1 Ημερήσια διακύμανση μονοξειδίου του άνθρακα (CO)

Στο πίνακα 4-19 για το σύνολο των επτά σταθμών παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ωριαίας τιμής συγκέντρωσης κατά την διάρκεια ενός τυπικού εικοσιτετραώρου. Στη συνέχεια στα διαγράμματα από 1-191 έως 1-197

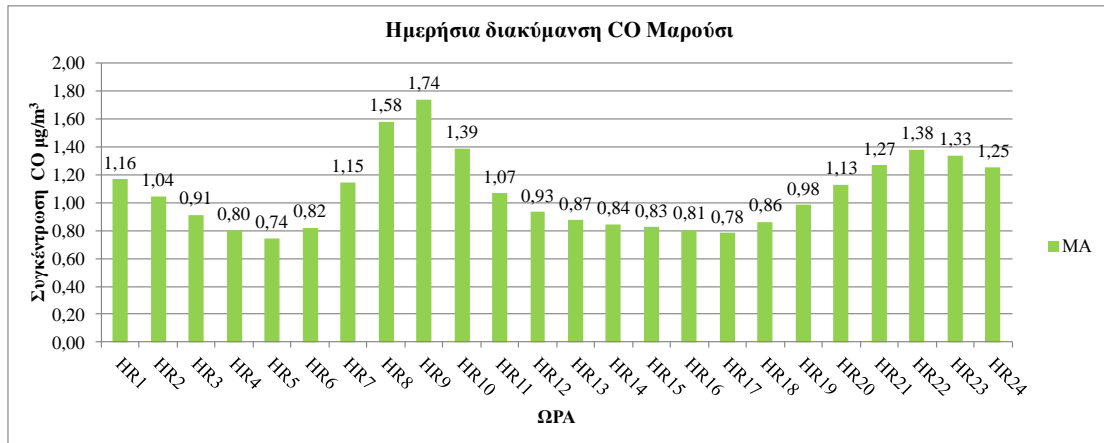
παρουσιάζεται ανά σταθμό η μέση ημερήσια διακύμανση των ωριαίων συγκεντρώσεων.



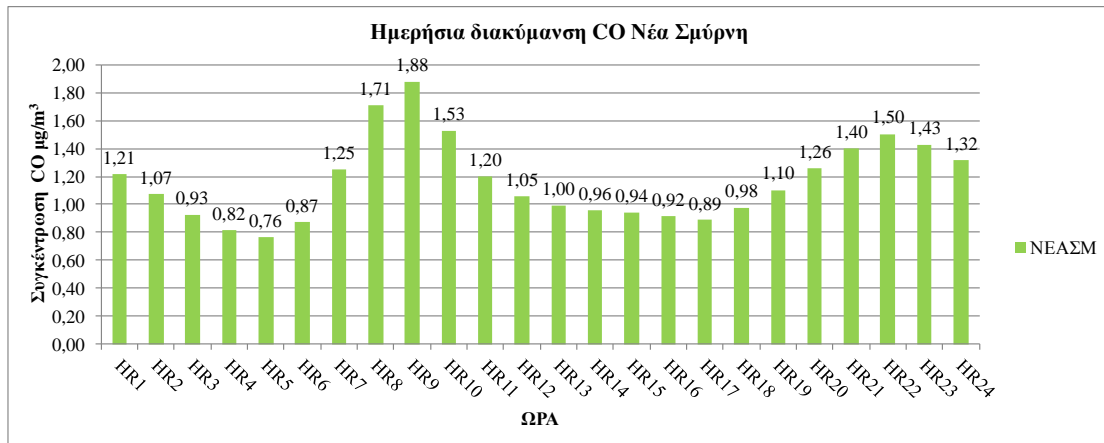
Διάγραμμα 0-191 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



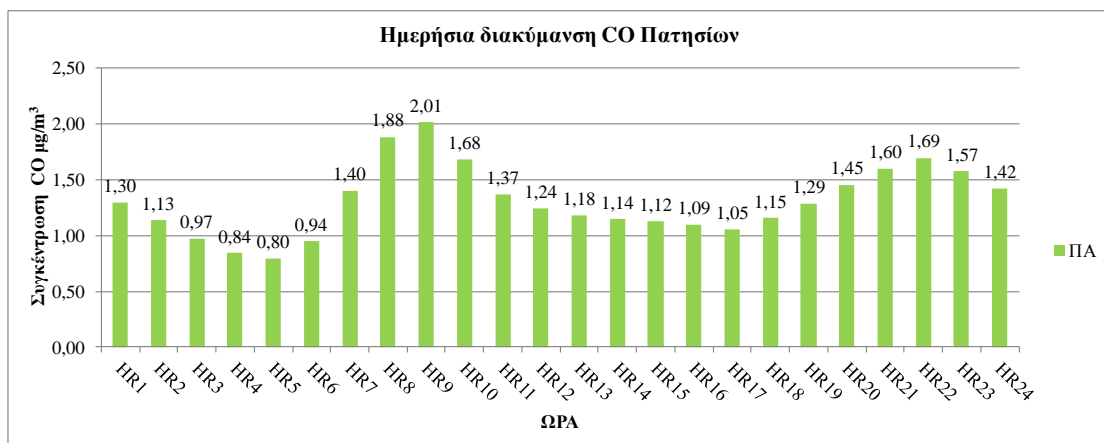
Διάγραμμα 0-192 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



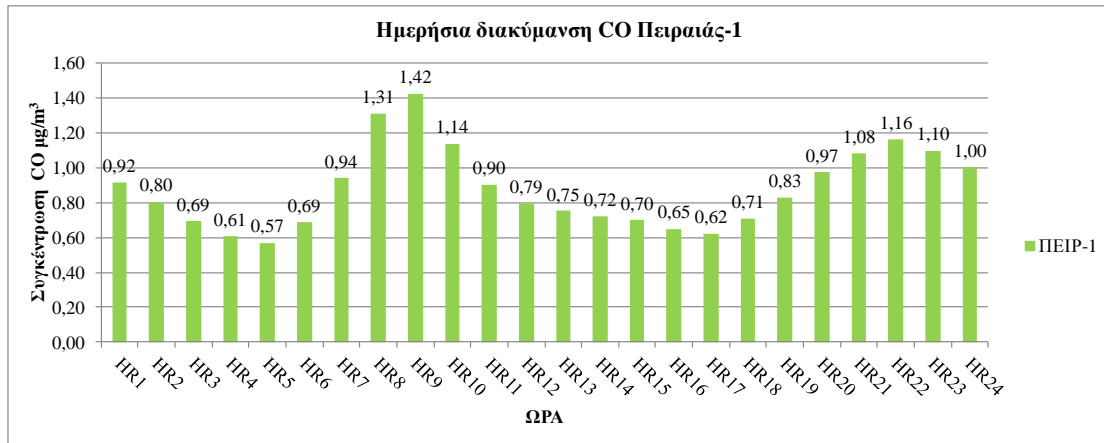
Διάγραμμα 0-193 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



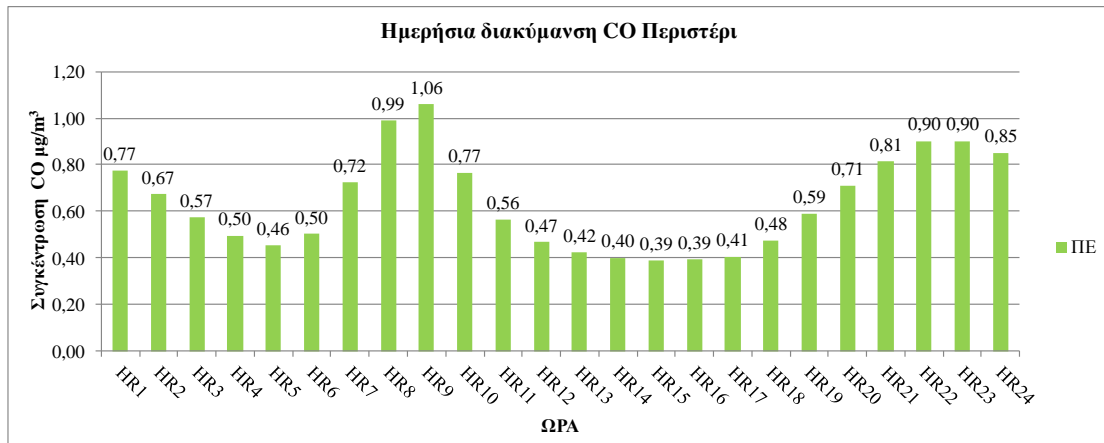
Διάγραμμα 0-194 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-195 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-196 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-197 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Περιστερί. Περίοδος 2001-2015.

Ημερήσια διακύμανση							
Ωρα/Σταθμός	ΑΘ	ΓΕ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕ
HR1	1,23	1,13	1,16	1,21	1,30	0,92	0,77
HR2	1,13	1,02	1,04	1,07	1,13	0,80	0,67
HR3	1,01	0,90	0,91	0,93	0,97	0,69	0,57
HR4	0,90	0,80	0,80	0,82	0,84	0,61	0,50
HR5	0,82	0,73	0,74	0,76	0,80	0,57	0,46
HR6	0,88	0,80	0,82	0,87	0,94	0,69	0,50
HR7	1,19	1,11	1,15	1,25	1,40	0,94	0,72
HR8	1,63	1,54	1,58	1,71	1,88	1,31	0,99
HR9	1,83	1,70	1,74	1,88	2,01	1,42	1,06
HR10	1,49	1,35	1,39	1,53	1,68	1,14	0,77
HR11	1,15	1,02	1,07	1,20	1,37	0,90	0,56
HR12	1,00	0,87	0,93	1,05	1,24	0,79	0,47
HR13	0,94	0,81	0,87	1,00	1,18	0,75	0,42
HR14	0,91	0,78	0,84	0,96	1,14	0,72	0,40
HR15	0,89	0,77	0,83	0,94	1,12	0,70	0,39
HR16	0,87	0,75	0,81	0,92	1,09	0,65	0,39
HR17	0,82	0,74	0,78	0,89	1,05	0,62	0,41
HR18	0,89	0,81	0,86	0,98	1,15	0,71	0,48
HR19	0,99	0,92	0,98	1,10	1,29	0,83	0,59
HR20	1,12	1,06	1,13	1,26	1,45	0,97	0,71
HR21	1,26	1,19	1,27	1,40	1,60	1,08	0,81
HR22	1,36	1,30	1,38	1,50	1,69	1,16	0,90
HR23	1,33	1,27	1,33	1,43	1,57	1,10	0,90
HR24	1,28	1,20	1,25	1,32	1,42	1,00	0,85

Πίνακας 4-19 Ημερήσια διακύμανση μέσω ωριαίων τιμών μονοξειδίου του άνθρακα για το σύνολο των σταθμών της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σύνολο των σταθμών εμφανίζονται αυξημένες τιμές συγκέντρωσης τα χρονικά διαστήματα 07:00-10:00 και 21:00-23:00. Η αύξηση των συγκεντρώσεων είναι αντίστοιχη της αύξησης της κυκλοφορίας των οχημάτων κατά την διάρκεια μιας τυπικής ημέρας.

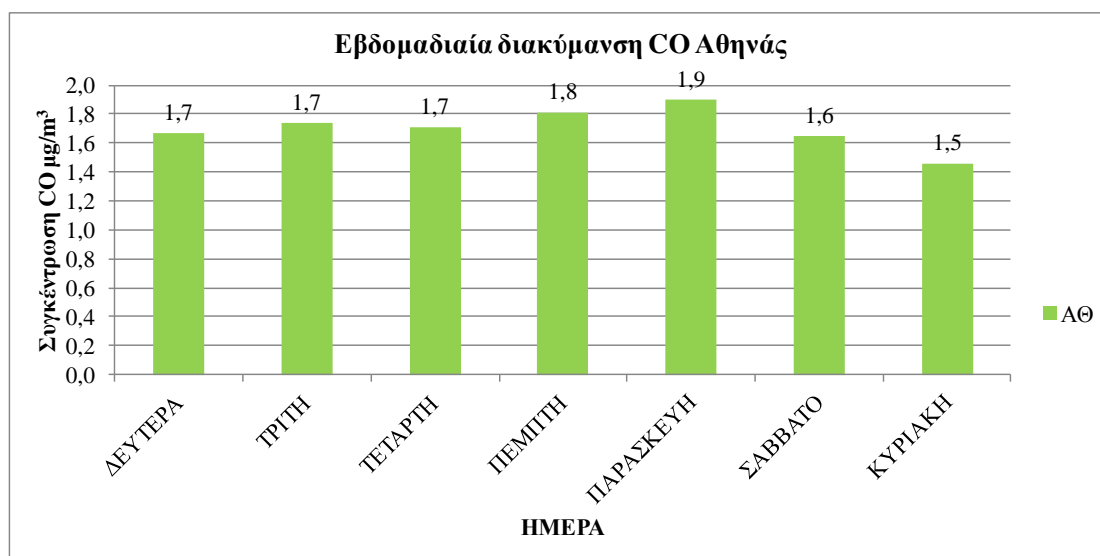
4.4.2.2 Εβδομαδιαία διακύμανση μονοξειδίου του άνθρακα (CO)

Στο πίνακα 4-20 για το σύνολο των επτά σταθμών παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας τιμής συγκέντρωσης, από ωριαίες τιμές, κατά την

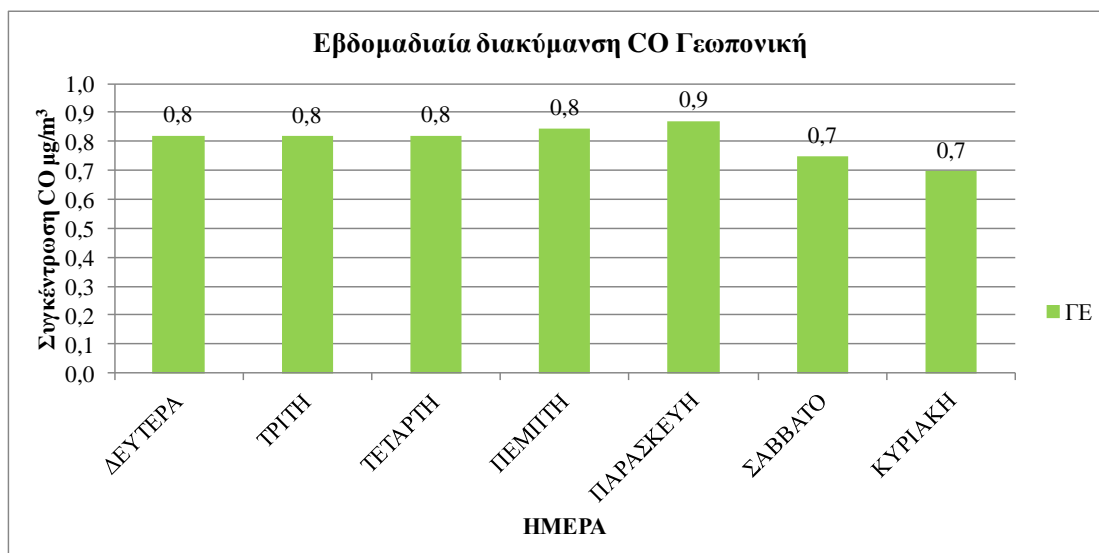
διάρκεια μιας τυπικής εβδομάδας του χρονικού διαστήματος 2001-2015. Έπειτα, στα διαγράμματα από 1-198 έως 1-204 παρουσιάζεται ανά σταθμό η μέση εβδομαδιαία διακύμανση των ημερησίων τιμών συγκέντρωσης.

Εβδομαδιαία διακύμανση							
Ημέρα/ Σταθμός	ΑΘ	ΓΕ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕ
ΔΕΥΤΕΡΑ	1,7	0,8	0,7	0,7	2,2	1,1	0,6
ΤΡΙΤΗ	1,7	0,8	0,7	0,7	2,3	1,2	0,6
ΤΕΤΑΡΤΗ	1,7	0,8	0,7	0,8	2,3	1,2	0,6
ΠΕΜΠΤΗ	1,8	0,8	0,7	0,8	2,3	1,2	0,7
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	1,9	0,9	0,7	0,8	2,3	1,2	0,7
ΣΑΒΒΑΤΟ	1,6	0,7	0,6	0,7	2,0	1,0	0,6
ΚΥΡΙΑΚΗ	1,5	0,7	0,6	0,7	1,8	0,9	0,6

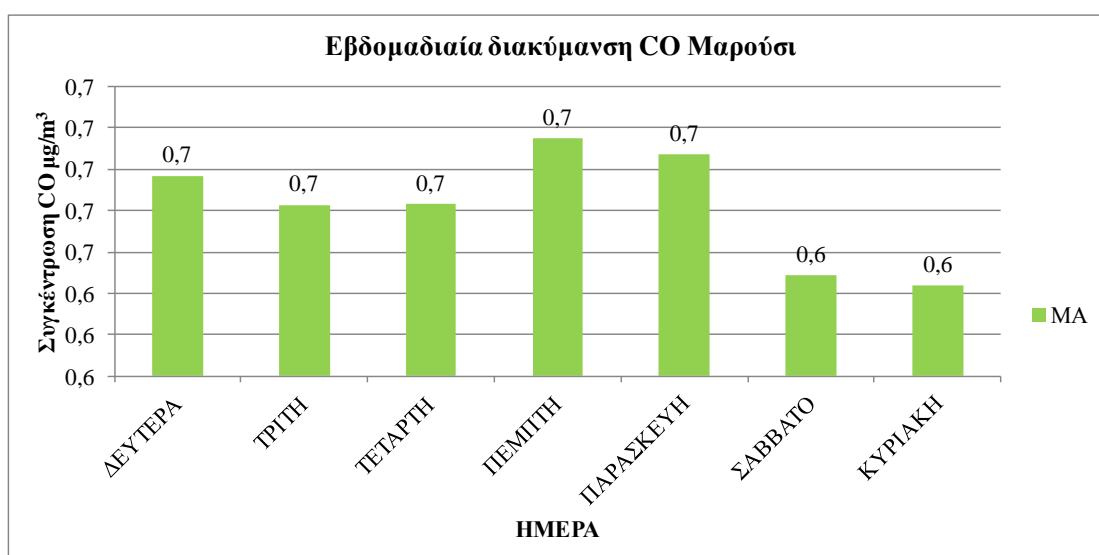
Πίνακας 4-20 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα, από ωριαίες τιμές, για το σύνολο των σταθμών της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015.



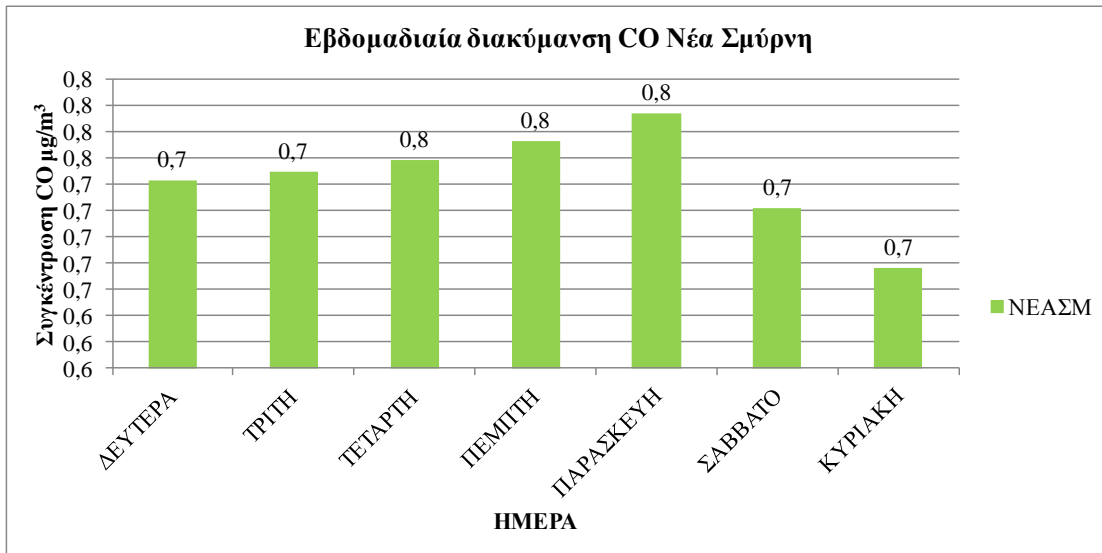
Διάγραμμα 0-198 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



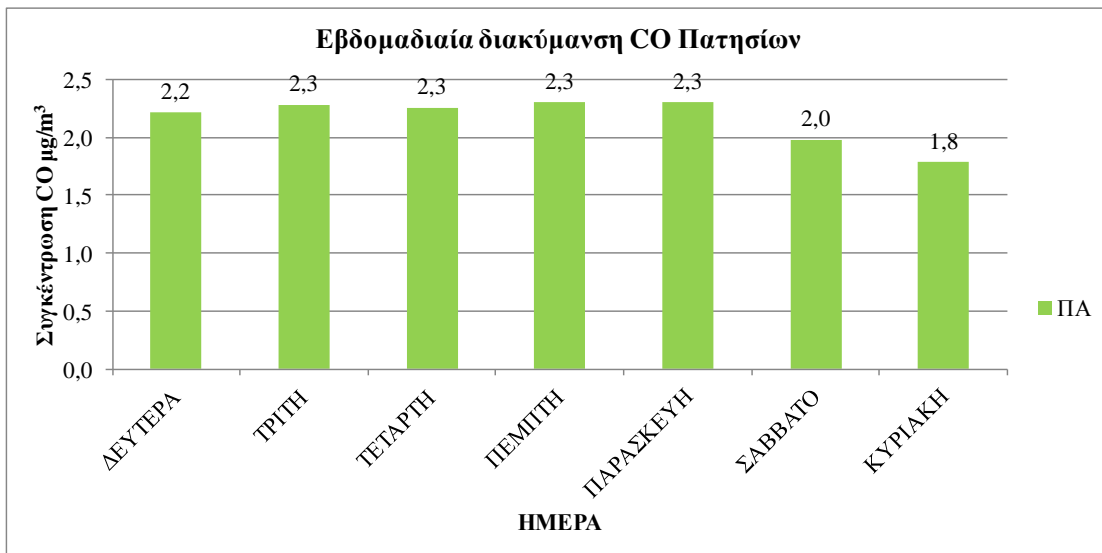
Διάγραμμα 0-199 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



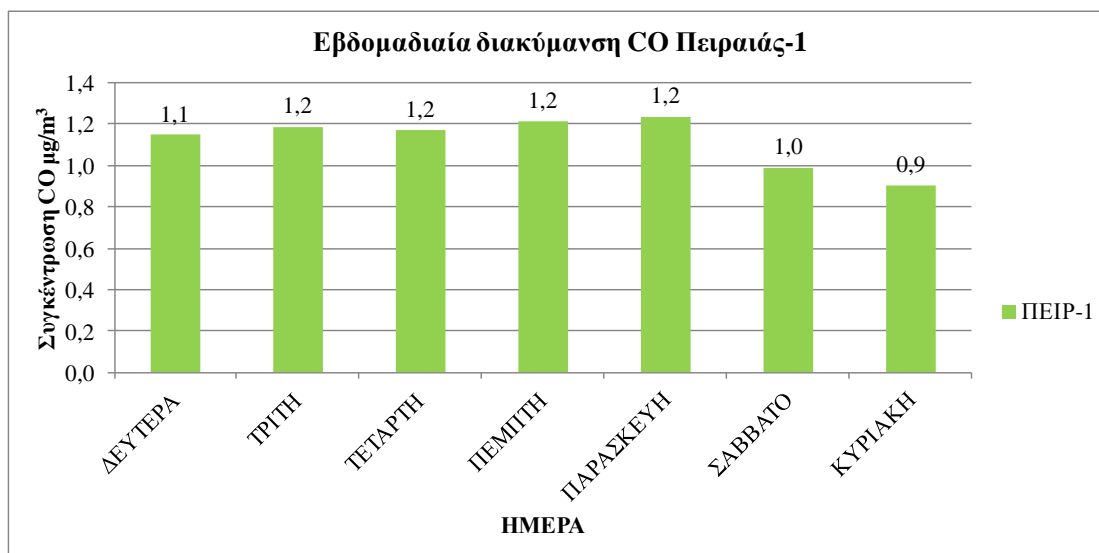
Διάγραμμα 0-200 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



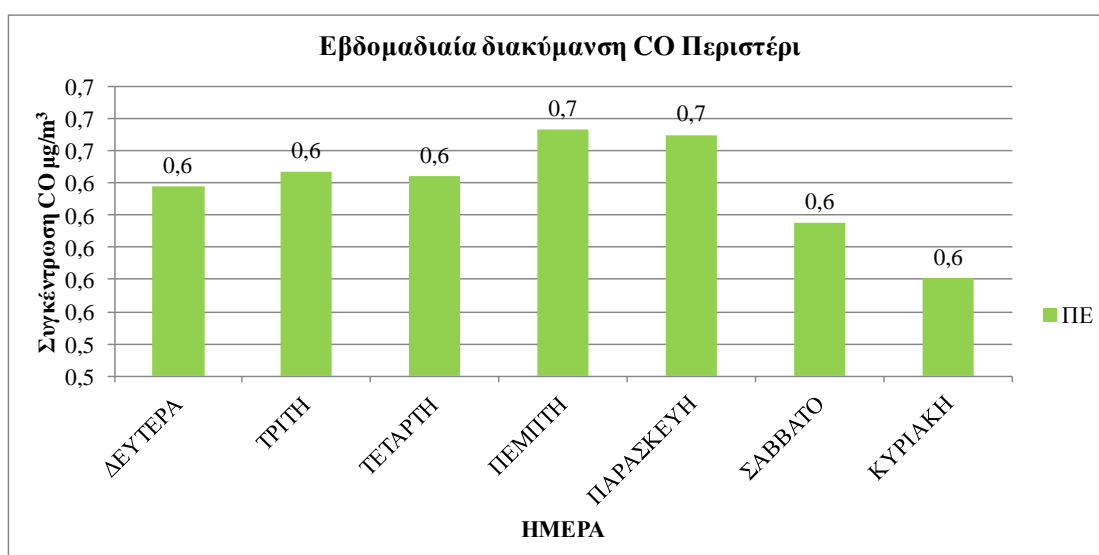
Διάγραμμα 0-201 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-202 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-203 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-204 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα. Σταθμός Περιστέρι. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

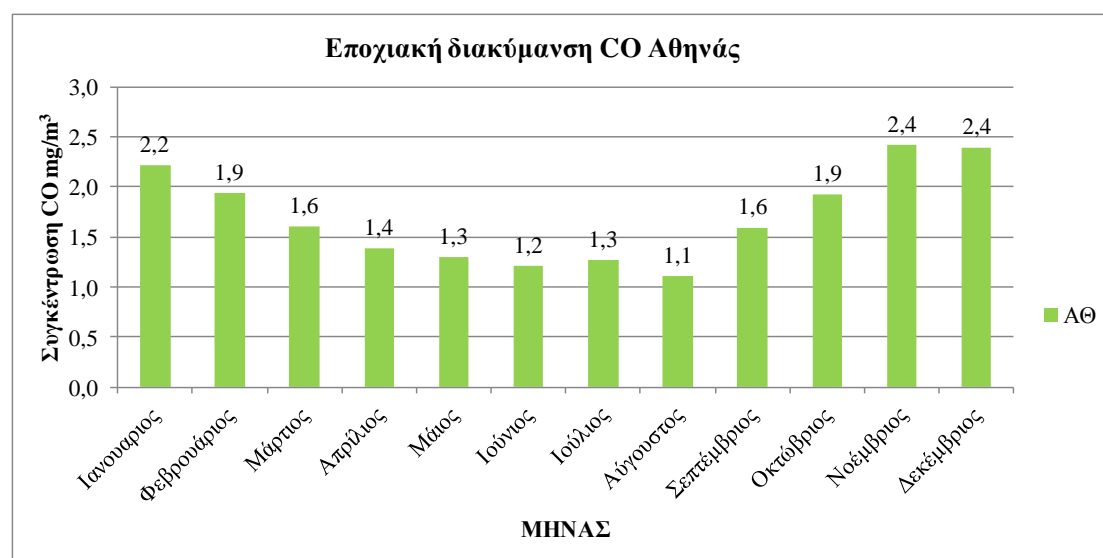
Στο σύνολο των εξεταζόμενων σταθμών καταγράφονται μειωμένες συγκεντρώσεις μονοξειδίου του άνθρακα (CO) τις ημέρες Σάββατο και Κυριακή. Η μικρή αυτή μείωση οφείλεται στον περιορισμό της κίνησης των οχημάτων τις ημέρες αυτές.

4.4.2.3 Εποχιακή διακύμανση μονοξειδίου του άνθρακα (CO)

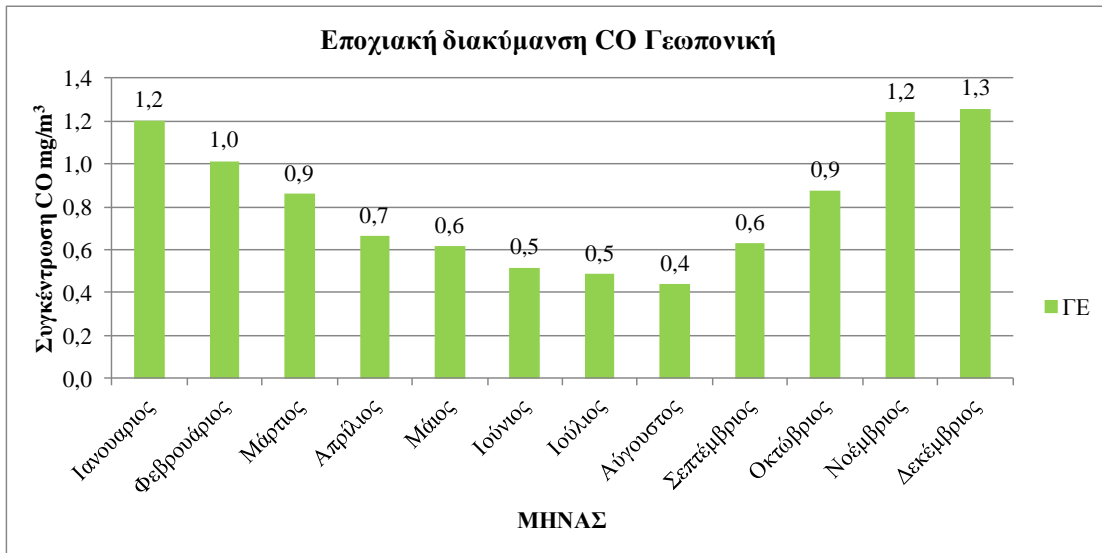
Στο πίνακα 4-21 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης μηνιαίας τιμής συγκέντρωσης, από ωριαίες τιμές, κατά την διάρκεια ενός τυπικού έτους. Έπειτα, στα διαγράμματα από 1-205 έως 1-211 παρουσιάζεται ανά σταθμό η μέση εποχική διακύμανση των μηνιαίων τιμών συγκέντρωσης.

Μήνας/ Σταθμός	ΑΘ	ΓΕ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕ
Ιανουαριος	2,2	1,2	1,1	1,1	2,5	1,6	1,0
Φεβρουάριος	1,9	1,0	0,9	0,9	2,3	1,4	0,8
Μάρτιος	1,6	0,9	0,7	0,7	2,1	1,1	0,6
Απρίλιος	1,4	0,7	0,5	0,6	1,9	1,0	0,5
Μάιος	1,3	0,6	0,5	0,6	2,1	0,9	0,5
Ιούνιος	1,2	0,5	0,4	0,5	1,9	0,8	0,4
Ιούλιος	1,3	0,5	0,4	0,5	1,7	0,8	0,4
Αύγουστος	1,1	0,4	0,4	0,5	1,5	0,8	0,3
Σεπτέμβριος	1,6	0,6	0,5	0,6	2,1	1,0	0,5
Οκτώβριος	1,9	0,9	0,7	0,8	2,3	1,2	0,6
Νοέμβριος	2,4	1,2	1,0	1,1	2,8	1,5	1,0
Δεκέμβριος	2,4	1,3	1,1	1,2	2,6	1,6	1,0

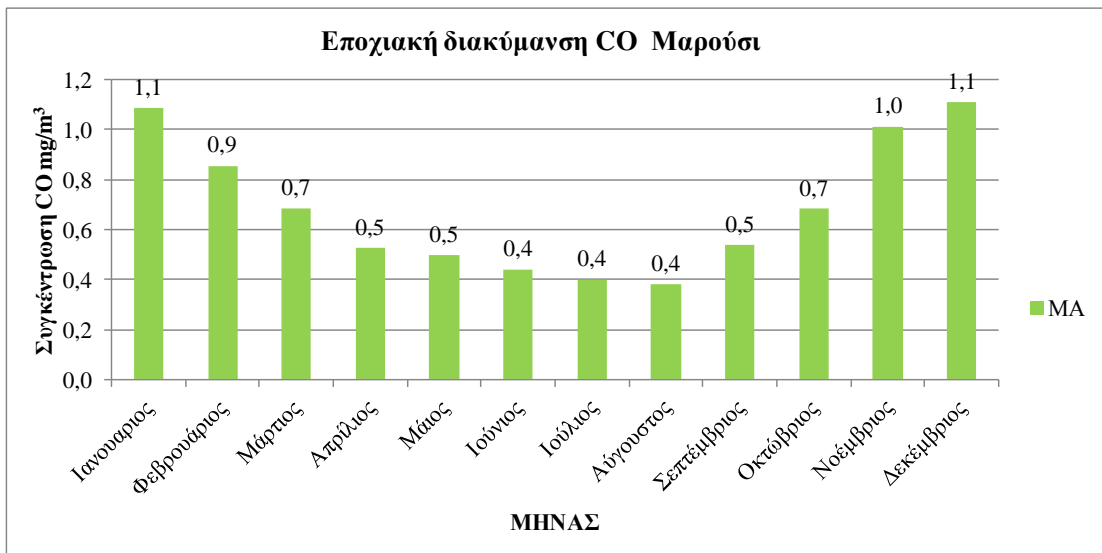
Πίνακας 4-21 Εποχιακή διακύμανση μέσω μηνιαίων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα, από ωριαίες τιμές, για το σύνολο των σταθμών της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015.



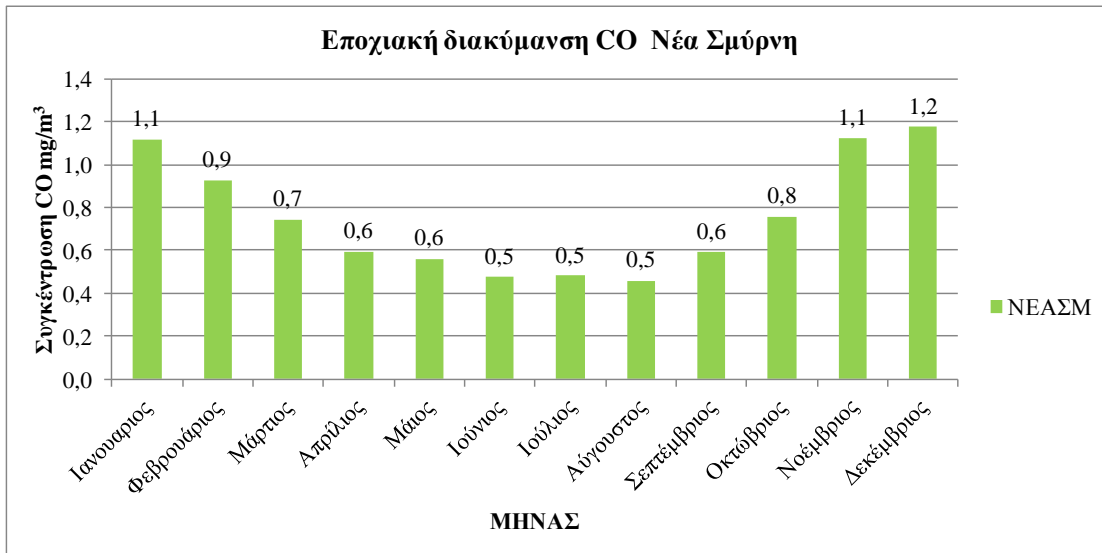
Διάγραμμα 0-205 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Αθήνας. Περίοδος 2001-2015.



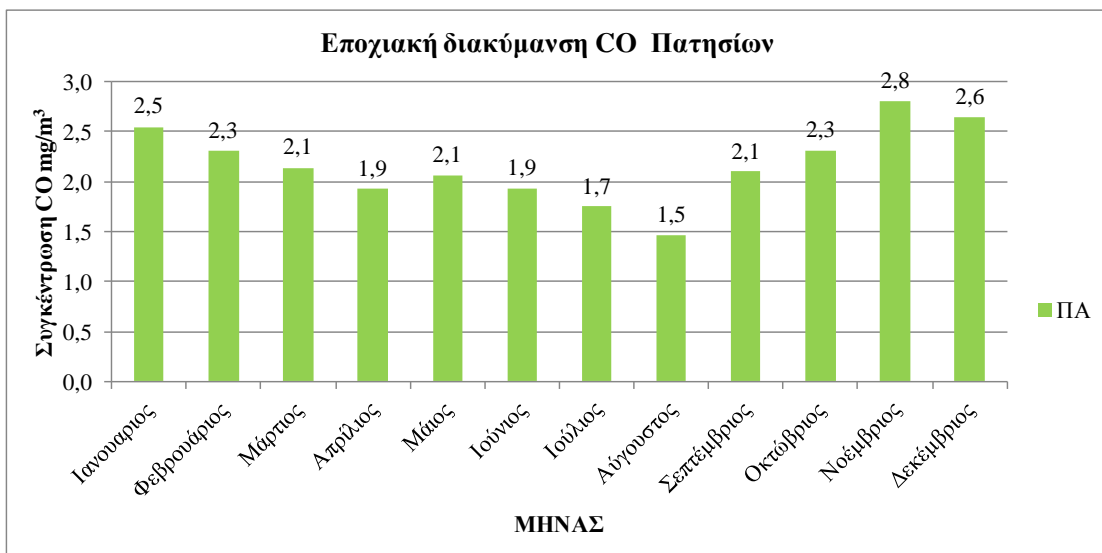
Διάγραμμα 0-206 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Γεωπονική. Περίοδος 2001-2015.



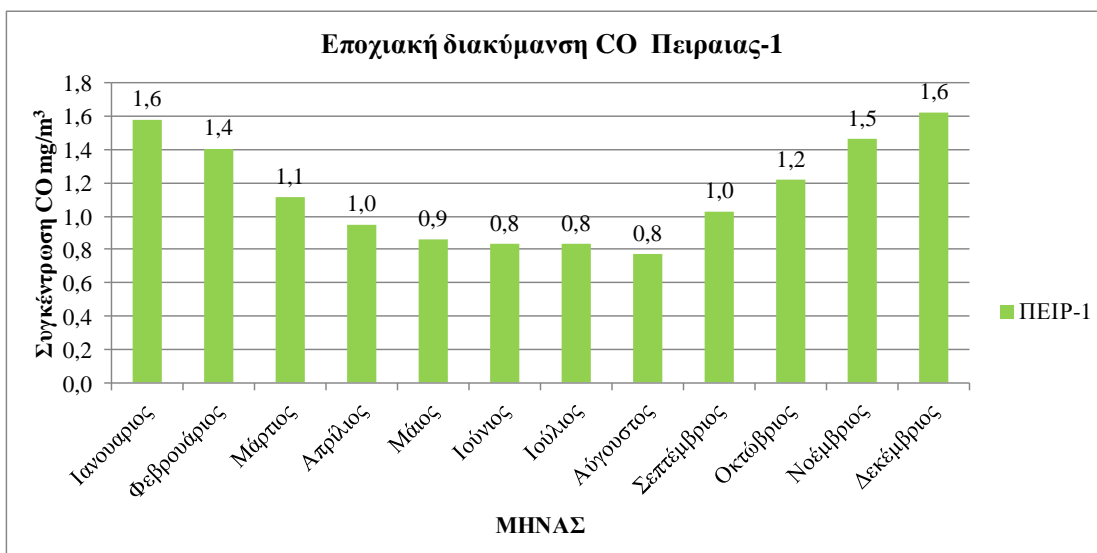
Διάγραμμα 0-207 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



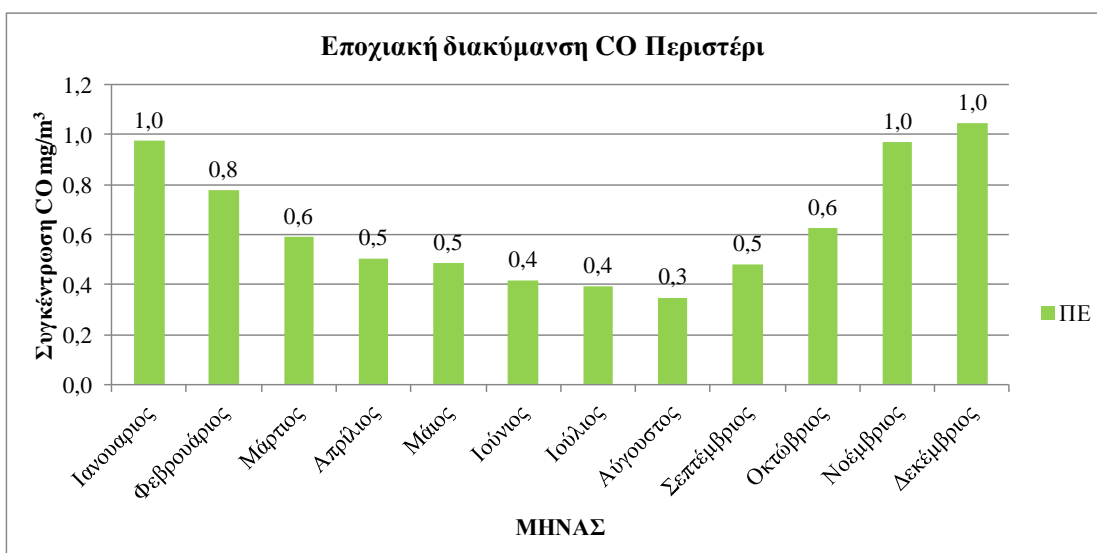
Διάγραμμα 0-208 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Νέα Σμύρνη. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-209 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Πατησίων. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-210 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-211 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών, μέσης ωριαίας συγκέντρωσης όζοντος. Σταθμός Περιστερί. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σύνολο των σταθμών εμφανίζεται αύξηση των συγκεντρώσεων τους χειμερινούς μήνες. Η αύξηση οφείλεται στην λειτουργία συστημάτων για την παραγωγή θέρμανσης.

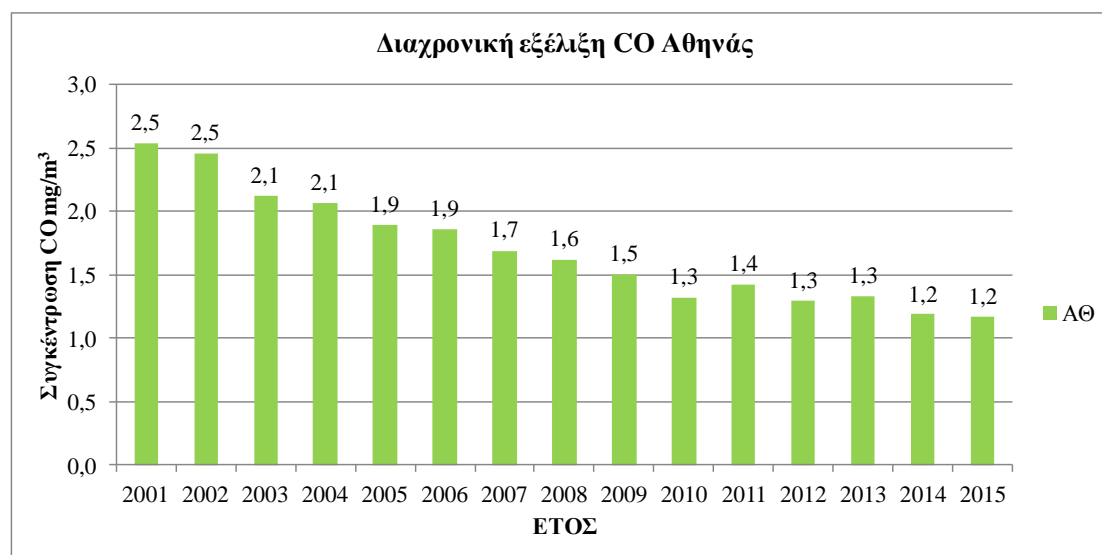
4.4.2.4 Διαχρονική εξέλιξη ετήσιων τιμών μονοξειδίου του άνθρακα (CO)

Στο πίνακα 4-22 περιλαμβάνονται οι μέσες τιμές ανά έτος, που προκύπτουν από τις ωριαίες μέσες τιμές, για του επτά σταθμούς καταγραφής μονοξειδίου το

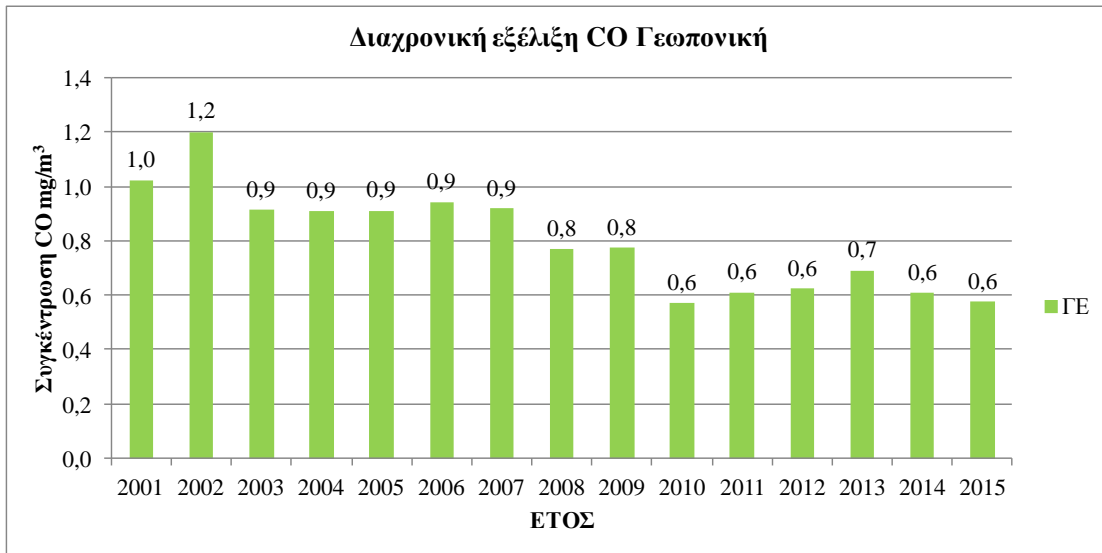
άνθρακα. Έπειτα, στα διαγράμματα από 1-212 έως 1-218 η διαχρονική εξέλιξη των ετήσιων τιμών συγκέντρωσης, για την χρονική περίοδο 2001-2015.

Διαχρονική εξέλιξη							
Έτος/ Σταθμός	ΑΘ	ΓΕ	ΜΑ	ΝΕΑΣΜ	ΠΑ	ΠΕΙΡ-1	ΠΕ
2001	2,5	1,0	0,8	0,9	3,5	1,7	0,8
2002	2,5	1,2	0,9	1,0	3,3	1,6	0,8
2003	2,1	0,9	0,8	0,9	2,9	1,3	0,7
2004	2,1	0,9	0,8	0,9	2,9	1,1	0,8
2005	1,9	0,9	0,7	0,8	2,7	1,5	0,7
2006	1,9	0,9	0,7	0,9	2,5	1,3	0,7
2007	1,7	0,9	0,7	0,7	2,4	1,2	0,7
2008	1,6	0,8	0,6	0,6	2,0	1,0	0,6
2009	1,5	0,8	0,7	0,6	1,5	1,0	0,6
2010	1,3	0,6	0,6	0,8	1,6	0,9	0,6
2011	1,4	0,6	0,6	0,7	1,6	1,0	0,5
2012	1,3	0,6	0,6	0,6	1,5	0,8	0,5
2013	1,3	0,7	0,6	0,7	1,4	0,8	0,6
2014	1,2	0,6	0,5	0,6	1,5	0,9	0,4
2015	1,2	0,6	0,5	0,5	1,3	0,8	0,7

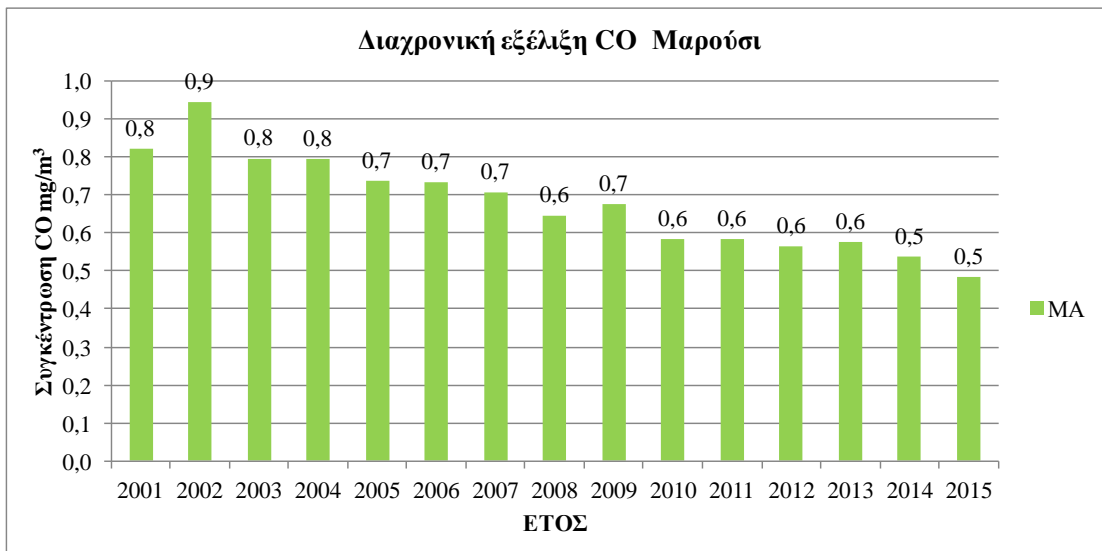
Πίνακας 4-22 Διαχρονική εξέλιξη μέσω ετήσιων συγκεντρώσεων μονοξειδίου του άνθρακα, από ωριαίες τιμές, για το σύνολο των σταθμών της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015.



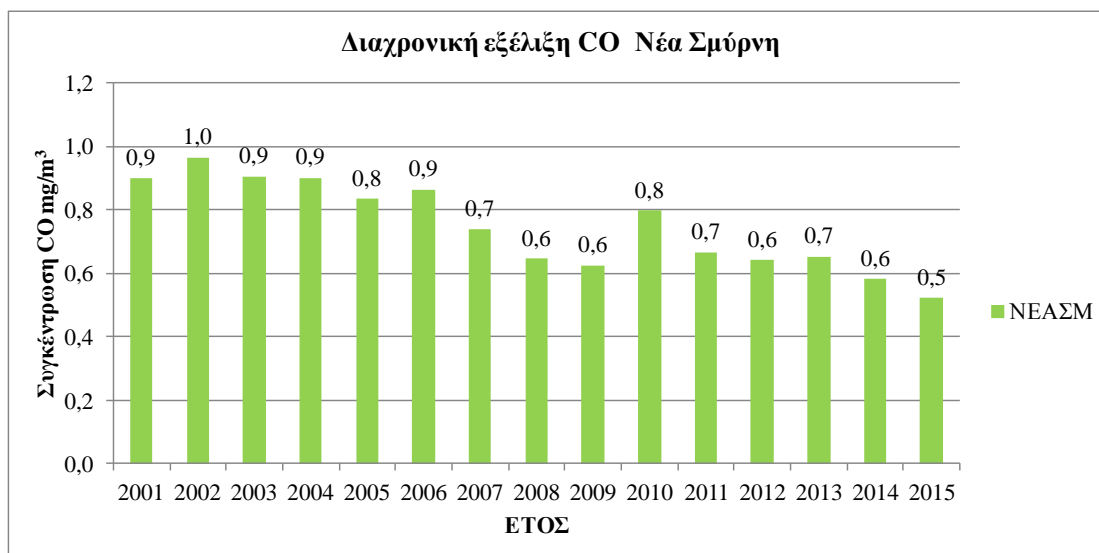
Διάγραμμα 0-212 Διαχρονική εξέλιξη μέσω ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



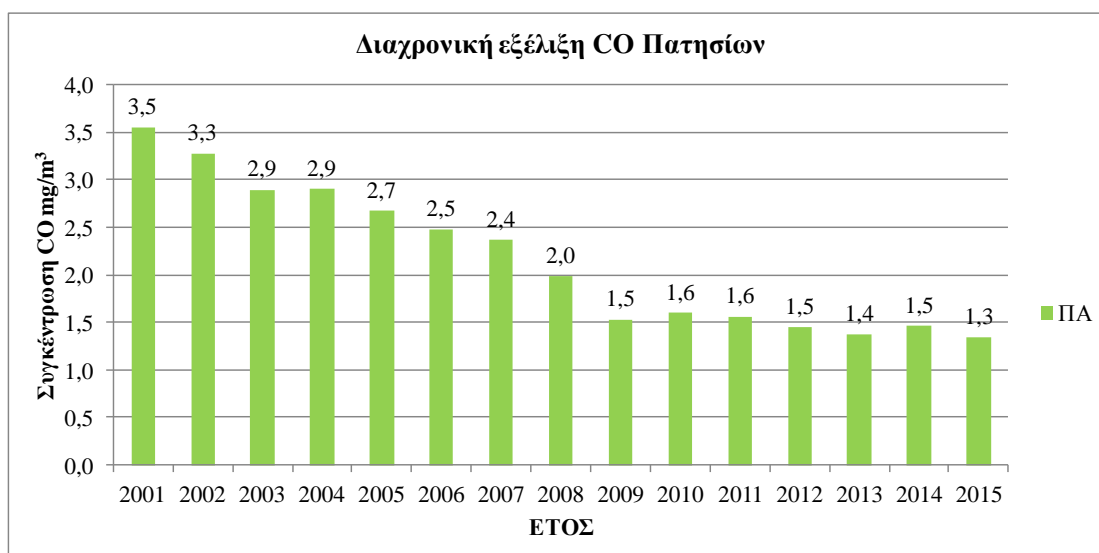
Διάγραμμα 0-213 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



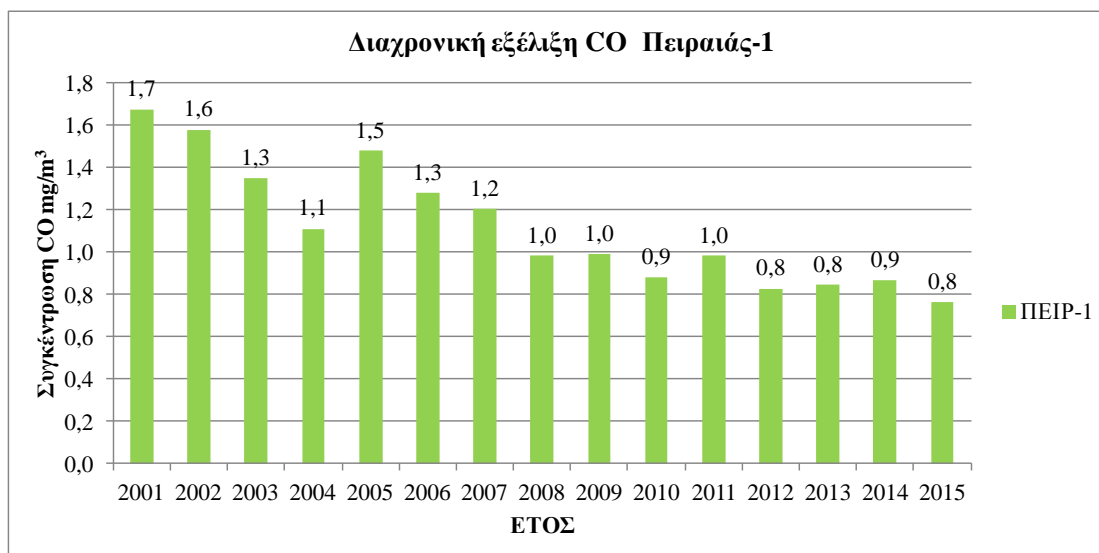
Διάγραμμα 0-214 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



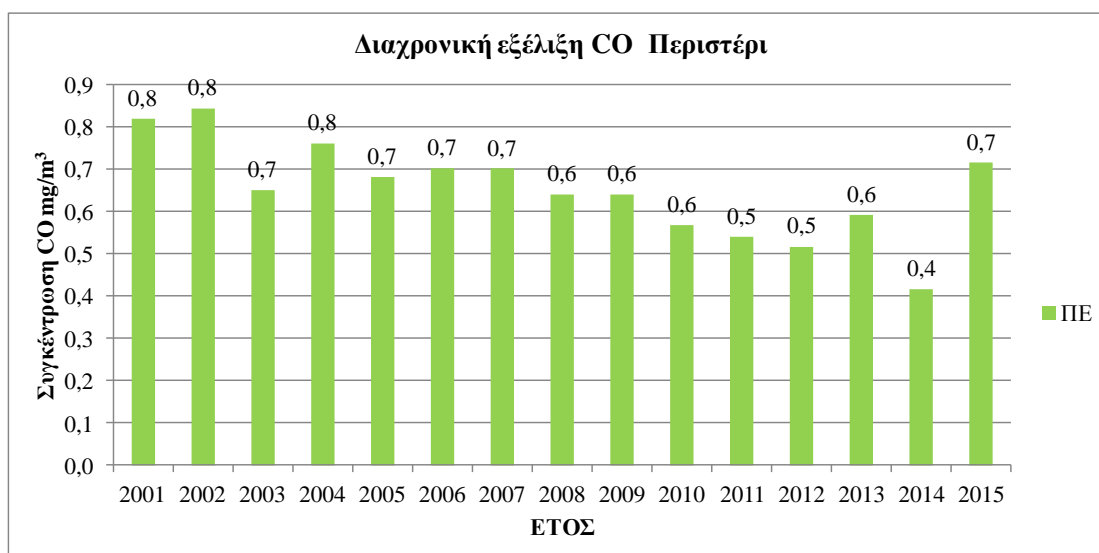
Διάγραμμα 0-215 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-216 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-217 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-218 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών, μέσω ωριαίων συγκεντρώσεων. Σταθμός Αθηνάς. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στους επτά εξεταζόμενους σταθμούς εμφανίζεται σταδιακή μείωση των συγκεντρώσεων διαχρονικά. Τα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης εμφανίζονται στους σταθμούς στο κέντρο της Αθήνας, ωστόσο οι τιμές συγκέντρωσης στο κέντρο παραμένουν υψηλότερες σε σύγκριση με τους άλλους σταθμούς.

4.4.3 Γενικά συμπεράσματα για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Αρχικώς, από την επεξεργασία των ωριαίων τιμών συγκέντρωσης του μονοξειδίου του άνθρακα στους σταθμούς Αθηνάς, Γεωπονική, Μαρούσι, Νέα Σμύρνη, Πατήσια, Πειραιάς-1 και Περιστερί, για την περίοδο 2001-2015, εξάγεται το συμπέρασμα ότι υπάρχει επαρκής συμμόρφωση προς τα θεσμοθετημένα όρια. Επίσης, αξιολογώντας τα αποτελέσματα των μέγιστων ημερήσιων τιμών οκταώρων η καταγραφή των υπερβάσεων στους σταθμούς στο κέντρο της πόλης υποδεικνύει την ύπαρξη μεγαλύτερη επιβάρυνσης του αέρα στην περιοχή αυτή. Στην συνέχεια, από την πορεία των ημερήσιων και εβδομαδιαίων διακυμάνσεων γίνεται εμφανείς η σημαντική συνεισφορά των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα από την χρήση των οχημάτων. Επιπλέον, γίνεται εμφανείς η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας λόγω της λειτουργίας των κεντρικών θερμάνσεων. Τελικός, διαπιστώνουμε τη σημαντική μείωση των συγκεντρώσεων, την εξεταζόμενη χρονική περίοδο, που οφείλεται στην χρήση των καταλυτικών μετατροπέων στα οχήματα και στην σταδιακή διεύδυση του φυσικού αερίου στην παραγωγή οικιακής θέρμανσης.

4.5 Αιωρούμενα σωματίδια αεροδυναμικής διαμέτρου μέχρι 10 μm (PM₁₀)

Στη περιοχή των Αθηνών η μέτρηση της συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων με αεροδυναμική διάμετρο έως 10 μm , από αυτόματους σταθμούς καταγραφής ξεκίνησε το από την 1^η Ιανουαρίου 2001. (Μουστρής 2009 & Παπαστεριάδης 2002) Στη βάση δεδομένων περιλαμβάνονται δεδομένα μετρήσεων από έξι σταθμούς οι οποίοι παρουσιάζονται στο πίνακα 4-23. Τα Αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ και το τροποσφαιρικό όζον αποτελούν τους ρύπους με τις υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης συγκριτικά με τις θεσμοθετημένες οριακές τιμές. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τις επεξεργασίας των μετρήσεων.

Σταθμοί μέτρησης PM ₁₀ στην Ευρύτερη Περιοχή Αθηνών (Ε.Π.Α)	
Όνομα/Περιοχή	Χαρακτηρισμός
Αγία Παρασκευή	Υποβάθρου περιαστικός
Αριστοτέλους	Κυκλοφορίας Αστικός
Θρακομακεδόνες	Υποβάθρου περιαστικός
Λυκόβρυση	Περιαστικός
Μαρούσι	Κυκλοφορίας Αστικός
Πειραιάς-1	Κυκλοφορίας Αστικός

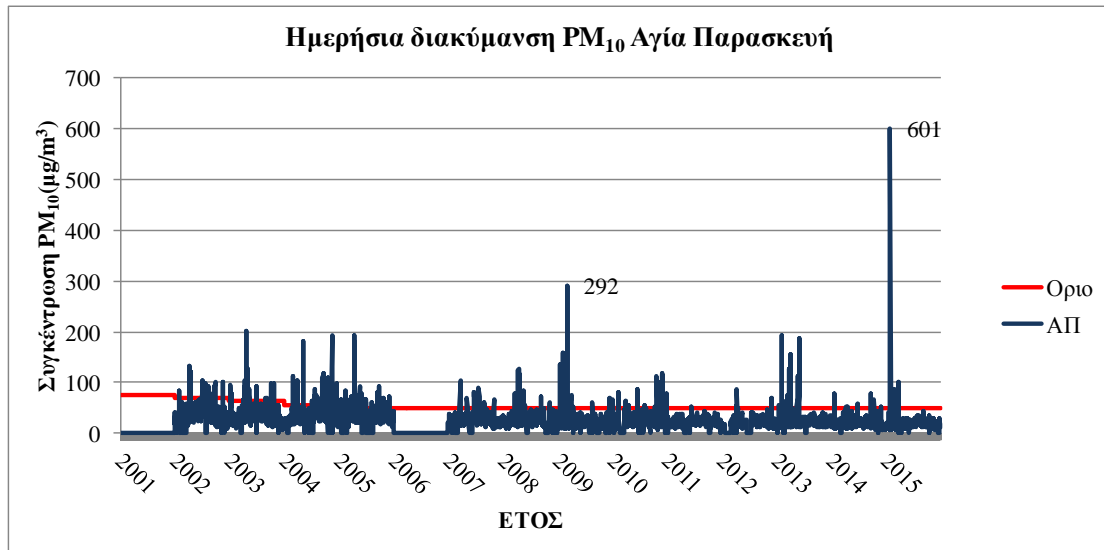
Πίνακας 4-23 Σταθμοί μέτρησης PM₁₀ στην Ε.Π.Α

4.5.1 Στατιστικά ποιότητας της ατμόσφαιρας για τα PM₁₀

Σύμφωνα με την Οδηγία 2008/50/ΕΚ τέθηκε στόχος στο σύνολο των πόλεων της Ευρωπαϊκής Κοινότητας η μέση ημερήσια συγκέντρωση των PM₁₀ να μην υπερβαίνει την τιμή των 50μg/m³ περισσότερες από 35 φορές κατά την διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους. Στο στόχο αυτό κατά την έναρξη της θέσπισης ορίου, δίδεται περιθώριο ανοχής 25μg/m³ ή 50% το έτος 2001. Το περιθώριο ανοχής μειώνεται ισόποσα ανά έτος έως την εξάλειψη του την 1^η Ιανουαρίου 2005, η οποία αποτελεί την ημερομηνία συμμόρφωσης προς την οριακή τιμή. Επίσης, τέθηκε στόχος η μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης να είναι χαμηλότερη των 40μg/m³. Αντίστοιχα, προβλέπεται περιθώριο ανοχής 8μg/m³ ή 20% το έτος 2001 και στη συνέχεια μειώνεται ισόποσα έως την 1/1/2005 όπου το περιθώριο είναι 0%. Οι στόχοι για την συγκέντρωση των Αιωρούμενων Σωματιδίων βρίσκονται σε ισχύ από τις 19/7/1999 σύμφωνα με την Οδηγία 1999/30/ΕΚ.

4.5.1.1 Διαγράμματα ημερήσιας μέσης τιμής PM₁₀

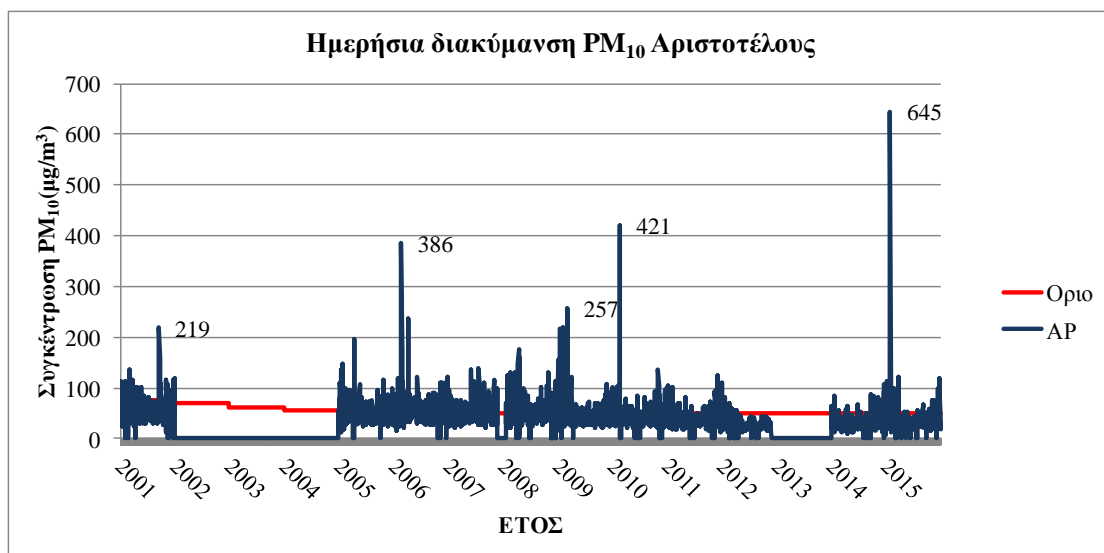
Στα διαγράμματα 4-219 έως 4-224 παρουσιάζεται η πορεία των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων PM₁₀ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στους σταθμούς του πίνακα 4-23. Στα διαγράμματα περιλαμβάνονται μόνο δεδομένα από έτη που έχουν πληρότητα μετρήσεων μεγαλύτερη του 75%.



Διάγραμμα 0-219 Ημερήσια διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

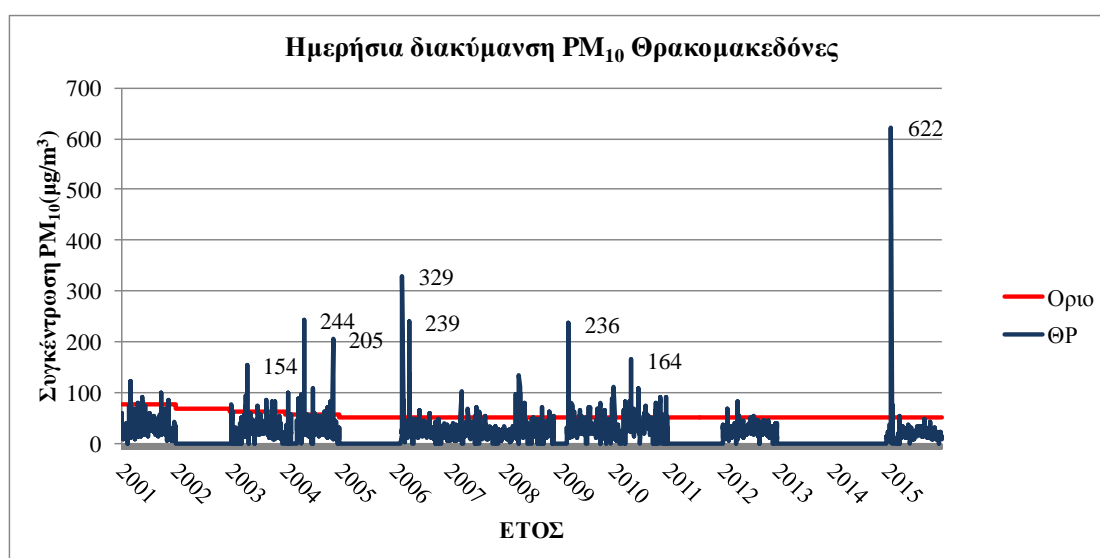
Στο σταθμό Αγία Παρασκευή τα δεδομένα μετρήσεων για τα έτη 2001 και 2006 δεν κρίνονται αντιπροσωπευτικά. Βάση των έγκυρων δεδομένων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 διαπιστώνεται υπέρβαση της οριακής τιμής 50µg/m³ το 6,92% των ημερών. Γενικότερα, παρατηρούμε τάση σταθεροποίησης των τιμών συγκέντρωσης PM₁₀.



Διάγραμμα 0-220 Ημερήσια διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αριστοτέλους. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

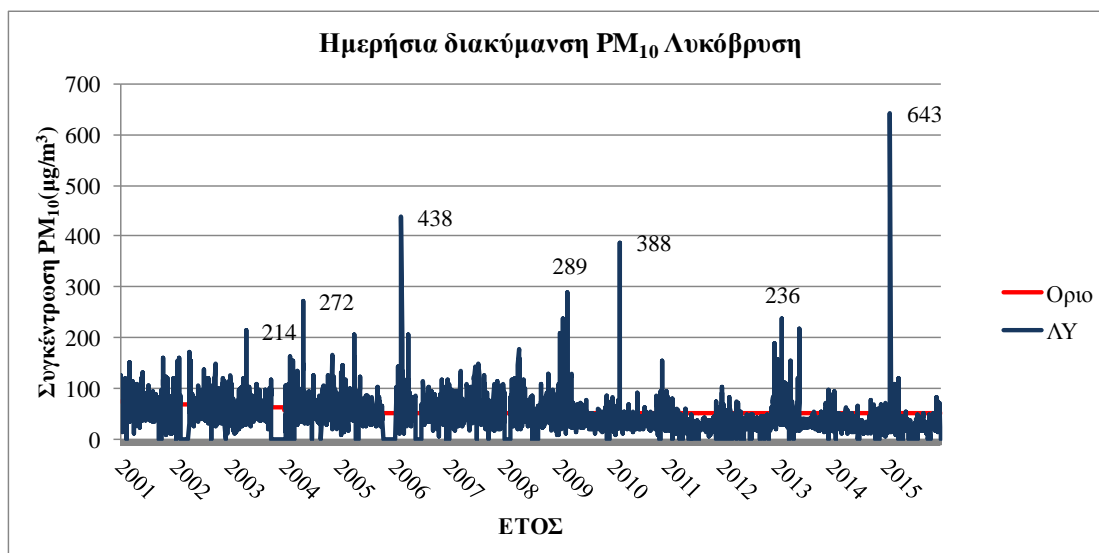
Σύμφωνα με το διάγραμμα 4-220 στο σταθμό Αριστοτέλους για τα έτη 2002,2003,2004 & 2013 το ποσοστό των έγκυρων μετρήσεων δεν ικανοποιεί τα κριτήρια που προβλέπονται από την Ευρωπαϊκή οδηγία. Υπέρβαση τις οριακής τιμής στο 24,51% των έγκυρων μετρήσεων, ποσοστό που υπερβαίνει σημαντικά το όριο των 35 ημερησίων υπερβάσεων (9,6%) της οριακής τιμής συγκέντρωσης $50\mu\text{g}/\text{m}^3$. Γενικότερα, παρατηρούνται σταθερά υψηλές τιμές συγκέντρωσης.



Διάγραμμα 0-221 Ημερήσια διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Θρακομακεδόνες. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

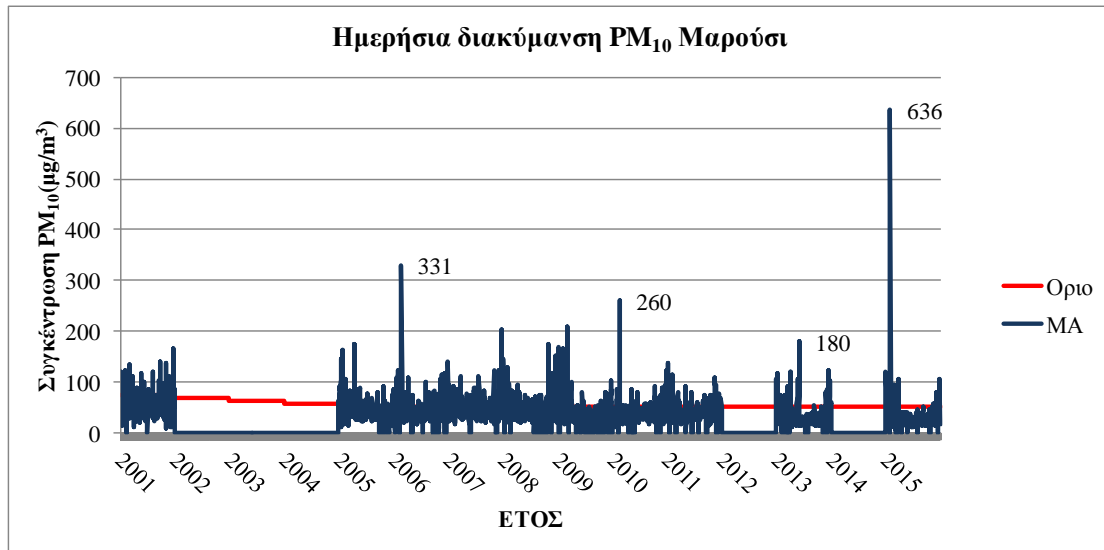
Στο διάγραμμα 4-221 παρουσιάζεται το σύνολο των μέσων ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων για τον σταθμό Θρακομακεδόνες για τα έτη 2001,2003,2004,2006-2011,2012 & 2015 όπου τα δεδομένα έχουν πληρότητα άνω του 75%. Κατά τα έτη αυτά καταγράφηκε υπέρβαση της ημερήσιας μέση οριακής τιμής ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) στο 2,97% των μετρήσεων για την χρονική περίοδο 2001-2015. Αν και καταγράφονται αρκετές ιδιαίτερα υψηλές υπερβάσεις της οριακής τιμής το ποσοστό των υπερβάσεων μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στο μεγαλύτερο μέρος των εξεταζόμενων ετών οι τιμές συγκέντρωσης συμμορφώνονται προς τα προβλεπόμενα όρια. Τέλος, αποτελεί το σταθμό με το χαμηλότερο ποσοστό υπερβάσεων διαχρονικά στο σύνολο των έξι σταθμών.



Διάγραμμα 0-222 Ημερήσια διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Λυκόβρυση. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

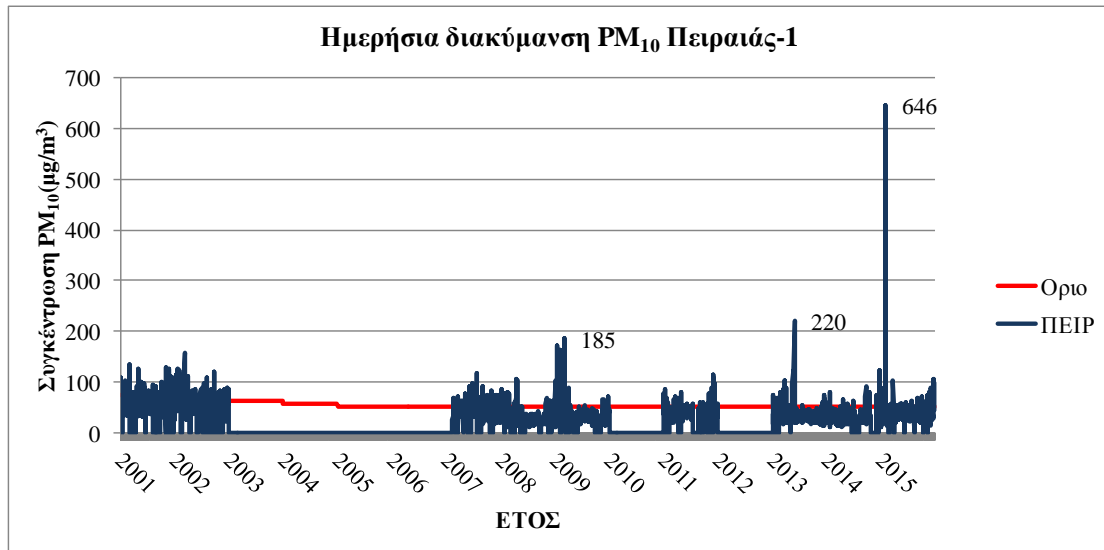
Στο διάγραμμα της διαχρονικής διακύμανσης των μέσων ημερήσιων συγκεντρώσεων των Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ για το σταθμό Λυκόβρυση καταγράφονται οι περισσότερες υπερβάσεις του ορίου των 50µg/m³. Στο σύνολο των έγκυρων δεδομένων της χρονικής περιόδου καταγραφής (2001-2015) το 25,49% των μετρήσεων υπερβαίνουν το προβλεπόμενο όριο, το οποίο είναι το υψηλότερο σε σύγκριση με τους υπολοίπους σταθμούς. Επίσης, ο σταθμός Λυκόβρυση είναι ο μόνος που έχει επαρκείς μετρήσεις για κάθε έτος στο εξεταζόμενο χρονικό διάστημα. Γενικότερα, οι συγκεντρώσεις όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα 4-228 παρουσιάζουν μείωση και σταδιακά προσεγγίζουν τα αποδεκτά όρια.



Διάγραμμα 0-223 Ημερήσια διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Μαρούσι. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο διάγραμμα 4-223 παρουσιάζεται η διαχρονική διακύμανση των μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων PM₁₀ στο σταθμό Μαρούσι. Η απαιτούμενη πληρότητα μετρήσεων παρουσιάζεται για 10 έτη την χρονική περίοδο 2001-2015, συγκεκριμένα τα έτη 2001, 2005-11, 2013 & 2015. Στο σύνολο των έγκυρων μετρήσεων για το χρονικό διάστημα 2001-2015 το 15,40% των μετρήσεων υπερβαίνει την μέση ημερήσια οριακή τιμή 50µg/m³.



Διάγραμμα 0-224 Ημερήσια διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Πειραιάς-1. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Για το σταθμό Πειραιάς-1 την χρονική περίοδο 2001-2015 υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα για συνολικά εννέα έτη (9). Κατά την διάρκεια των ετών αυτών το 10,16% των μετρήσεων υπερβαίνει την μέση ημερήσια οριακή τιμή, το οποίο είναι οριακά υψηλότερο από το όριο συμμόρφωσης των 35 ημερών υπέρβασης ανά έτος (9,6%).

4.5.1.2 Υπερβάσεις ημερήσιας οριακής τιμής PM₁₀

Στο πίνακα 4-24 και στα διαγράμματα 4-225 έως 4-210 παρουσιάζεται το πλήθος των υπερβάσεων της ημερήσιας οριακής τιμής. Οι υπερβάσεις που παρουσιάζονται αφορούν τα έτη όπου υπάρχει καταγραφή δεδομένων σε περισσότερες από το 75% των ημερών ενός ημερολογιακού έτους.

Υπερβάσεις μέσης ημερήσιας τιμής						
	ΑΠ	ΑΡ	ΘΡ	ΛΥ	ΜΑ	ΠΕΙΡ
2001		70	13	99	80	65
2002	19			89		93
2003	29		13	96		
2004	54		20	177		
2005	67	169		124	104	
2006		178	10	158	108	
2007	18	145	10	178	134	103
2008	20	163	21	147	124	46
2009	17	122	22	86	68	30
2010	22	99	43	56	63	
2011	1	84		26	81	69
2012	3	18	7	40		
2013	19			70	44	39
2014	9	45		25		23
2015	6	67	4	26	38	89

Πίνακας 4-24 Υπερβάσεις μέσης ημερήσιας τιμής Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀

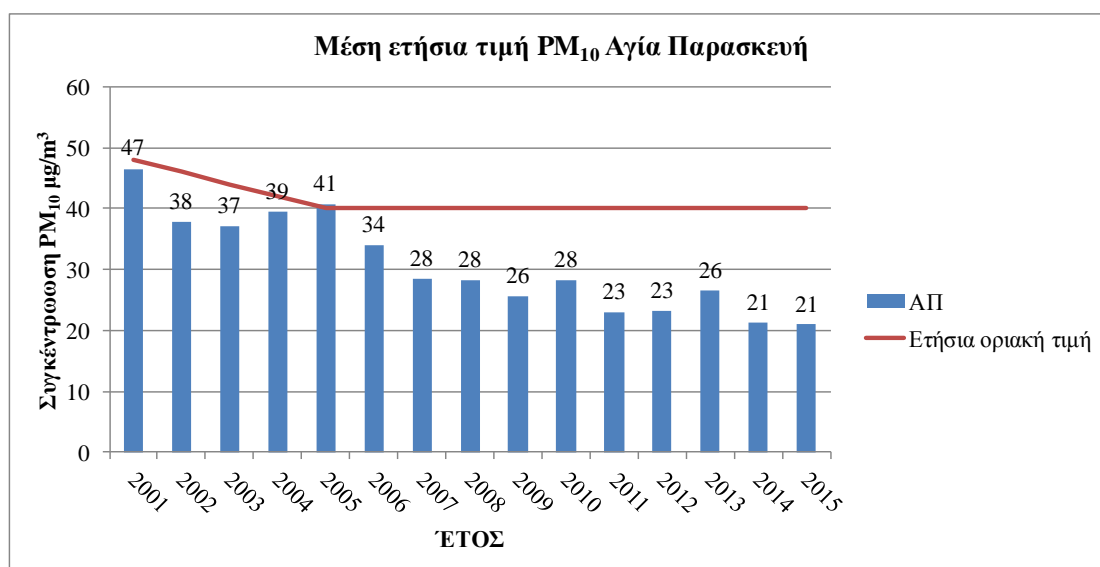
Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο πίνακα 2-24 καταγράφονται το σύνολο των ημερών υπέρβασης ανά σταθμό μέτρησης των Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀. Στο σταθμό Αγία Παρασκευή (υποβάθρου περιαστικός) το όριο των 35 ημερών υπέρβασης ανά ημερολογιακό έτος της μέσης ημερήσια οριακής τιμής συγκέντρωσης υπερβαίνεται τα έτη 2004 & 2005. Στο σταθμό Αριστοτέλους (κυκλοφορίας αστικός) καταγράφεται υπέρβαση του ορίου ημερών σε όλα τα έτη πλην του έτους 2012. Τα χαμηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης και οι λιγότερες ημέρες υπέρβασης καταγράφονται στο σταθμό Θρακομακεδόνες (υποβάθρου περιαστικός), υπέρβαση του ορίου ημερών υπέρβασης καταγράφεται μόνο το έτος 2010. Αντίθετα, ο σταθμός με τις περισσότερες ημέρες υπέρβασης είναι ο σταθμός Λυκόβρυση (περιαστικός). Το όριο των 35 ημερών υπέρβασης ανά ημερολογιακό έτος δεν υπερβαίνεται τα έτη 2011, 2014 & 2015. Ο σταθμός Μαρούσι (κυκλοφορίας αστικός) παρουσιάζει υπέρβαση του ορίου ημερών υπέρβασης ανά ημερολογιακό έτος στο σύνολο της χρονικής περιόδου 2001-2015. Τέλος, στο σταθμό

Πειραιάς-1 (κυκλοφορίας αστικός) καταγράφεται συμμόρφωση με το όριο ημερήσιων υπερβάσεων ανα ημερολογιακό έτος μόνο δύο έτη (2009 & 2014). Γενικότερα, οι δύο σταθμοί με χαρακτηρισμό ως περιαστικοί υποβάθρου συμμορφώνονται με τα προβλεπόμενα όρια, ενώ αντίθετα παρουσιάζεται μη συμμόρφωση στους σταθμούς με χαρακτηρισμό ως αστικούς κυκλοφορίας καθώς επίσης και στον σταθμό Λυκόβρυση. Η αιτία για τις υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στις αστικές περιοχές είναι η πρωτογενείς παραγωγή από τους κινητήρες των οχημάτων. Αντίστοιχα, στις περιοχές που η κυκλοφορία των οχημάτων είναι σχετικά μικρότερη καταγράφονται χαμηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης, με εξαίρεση το σταθμό Λυκόβρυση. Για το σταθμό Λυκόβρυση είναι σημαντικό να εξετάσουμε στα επόμενα κεφάλαια την χρονική διακύμανση για εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα για τις υψηλές συγκεντρώσεις σε μια περιοχή περιαστική.

4.5.1.3 Υπερβάσεις ετήσιας οριακής τιμής PM₁₀

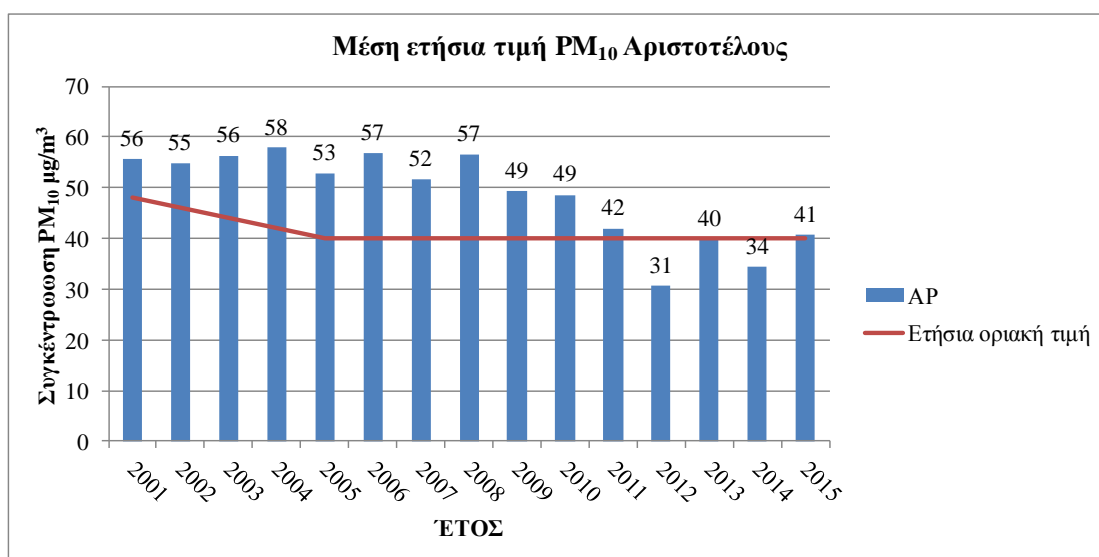
Τα διαγράμματα 4-225 έως 4-230 σκοπό έχουν εξέταση της συμμόρφωσης με την προβλεπόμενη οριακή τιμή μέσης ετήσιας συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ (40 μg/m³) και του ορίου ανοχής όπως αυτό ορίζεται στην Ευρωπαϊκή οδηγία 50/2008/EC.



Διάγραμμα 0-225 Μέση ετήσια τιμή σε σύγκριση με την ετήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

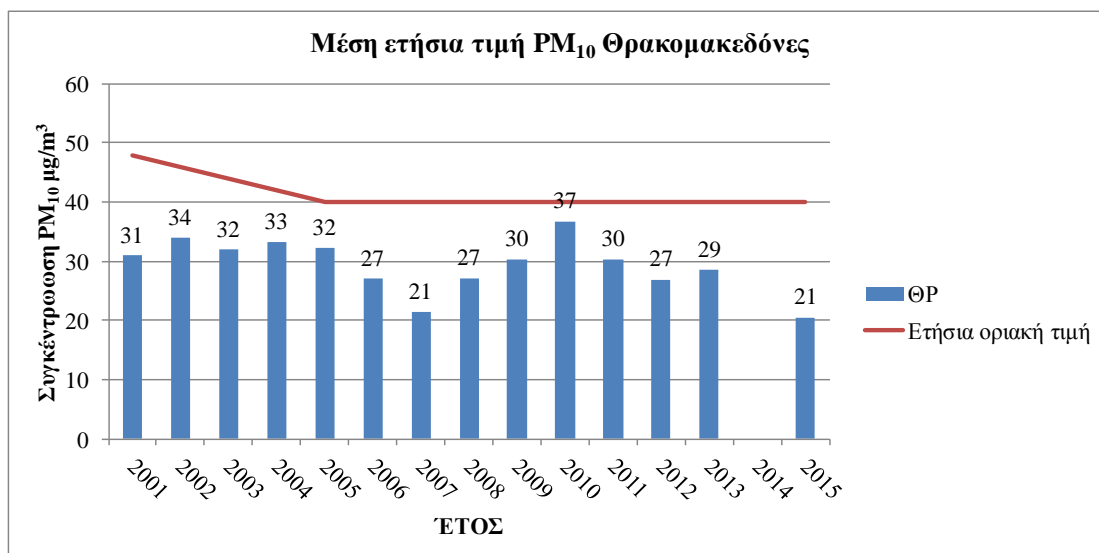
Στο σταθμό Αγία Παρασκευή ο μέσος ετήσιος μέσος όρος συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM_{10} υπερβαίνει την οριακή τιμή $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ τα έτη 2001 & 2005. Ωστόσο, η πληρότητα των μετρήσεων μέσου όρου των ημερήσιων μέσων συγκεντρώσεων για το έτος 2001 είναι χαμηλότερος του 75% επομένως δεν μπορεί η τιμή των $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική. Για την χρονική περίοδο 2002 έως 2015 καταγράφεται υπέρβαση του στόχου το έτος 2005 ενώ στα επόμενα έτη παρουσιάζεται τάση μείωσης των συγκεντρώσεων.



Διάγραμμα 0-226 Μέση ετήσια τιμή σε σύγκριση με την ετήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM_{10}). Σταθμός Αριστοτέλους. Χρονική περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

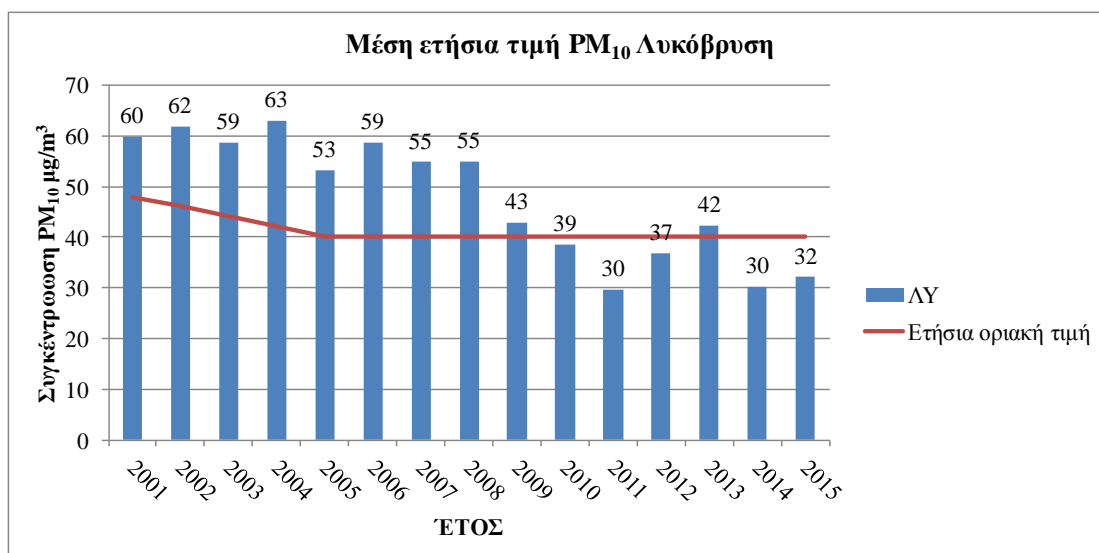
Για την χρονική περίοδο 2001-2015, στο σταθμό Αριστοτέλους καταγράφεται συμμόρφωση προς την ετήσια οριακή τιμή $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και το όριο ανοχής τα έτη 2012 ($30,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 2013 ($39,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) και 2014 ($34,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Γενικότερα, παρατηρείται μια τάση σταθεροποίησης των μέσων ετήσιων επιπέδων συγκέντρωσης μετά το 2008 σε επίπεδα χαμηλότερα των $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Επίσης, τα έτη 2002, 2003, 2004 & 2013 δεν υπάρχει επαρκής συλλογή δεδομένων, και τα στοιχεία για τα έτη αυτά δεν κρίνονται αξιόπιστα.



Διάγραμμα 0-227 Μέση ετήσια τιμή σε σύγκριση με την ετήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Θρακομακεδόνες. Χρονική περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

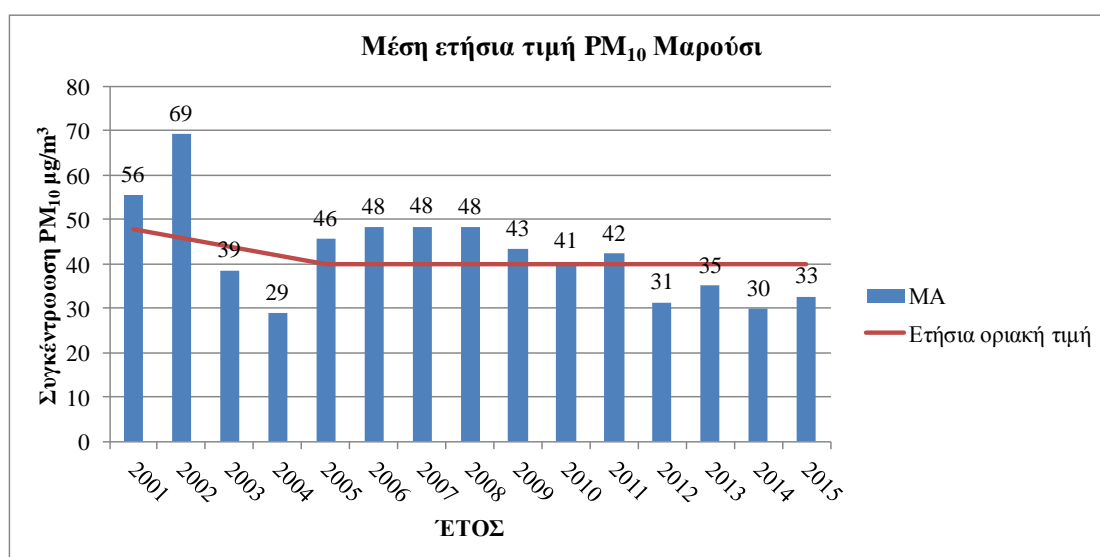
Για το σύνολο της χρονικής περιόδου 2001-2015 η μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης δεν υπερβαίνει την οριακή τιμή 40 µg/m³. Γενικότερα, ο σταθμός Θρακομακεδόνες παρουσιάζει πλήρη συμμόρφωση με τα ετήσια όρια και τις χαμηλότερες διαχρονικά τιμές σε σύγκριση με τους υπόλοιπους σταθμούς μέτρησης.



Διάγραμμα 0-228 Μέση ετήσια τιμή σε σύγκριση με την ετήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Λυκόβρυση. Χρονική περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

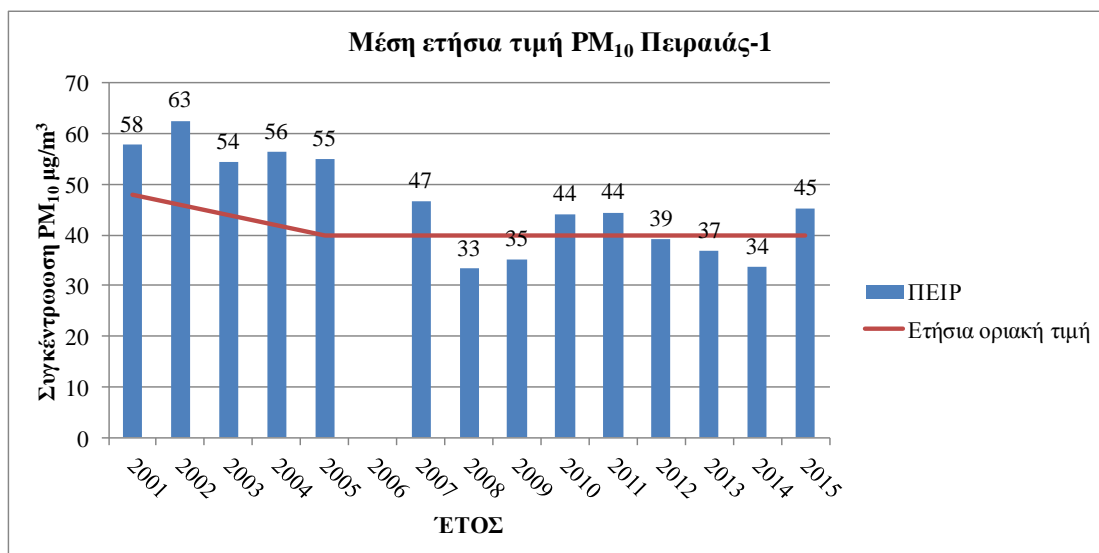
Στο διάγραμμα 4-228 παρουσιάζεται η μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ για την χρονική περίοδο 2001-2015 για το σταθμό Λυκόβρυση. Συμμόρφωση με το όριο συγκέντρωσης 40μg/m³ πραγματοποιείται τα έτη 2010-12 και 2014-15. Διαχρονικά παρατηρείται μείωση των μέσων ετήσιων επιπέδων συγκέντρωσης PM₁₀.



Διάγραμμα 0-229 Μέση ετήσια τιμή σε σύγκριση με την ετήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Μαρούσι. Χρονική περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Η μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης PM₁₀ ανα έτος της χρονικής περιόδου 2001-2015 για τον σταθμό Μαρούσι αποτυπώνεται στο διάγραμμα 4-229. Αν και στο διάγραμμα παρουσιάζονται τα έτη 2003, 2004, 2012 & 2014. να έχουν συμμόρφωση γνωρίζουμε ότι τα δεδομένα για την χρονική αυτή περίοδο δεν είναι αξιόπιστα οπότε δεν μπορούμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα. Μόνο για τα έτη 2013 και 2015 μπορούμε με βεβαιότητα να θεωρήσουμε ότι υπάρχει συμμόρφωση με τα προβλεπόμενα όρια για την μέση ετήσια συγκέντρωση. Γενικότερα, παρατηρείται μια μικρή τάση περιορισμού των συγκεντρώσεων.



Διάγραμμα 0-230 Μέση ετήσια τιμή σε σύγκριση με την ετήσια οριακή τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Πειραιάς-1. Χρονική περίοδος 2001-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Το διάγραμμα 4-230 αναφέρεται στην μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ για το χρονικό διάστημα 2001-2015 στο σταθμό Πειραιάς-1. Για τα έτη που έχουμε αξιόπιστα δεδομένα έχουμε συμμόρφωση τις διετίες 2008-9 και 2013-14. Γενικότερα, τα επίπεδα παρουσιάζουν σχετικά μικρή διακύμανση κοντά στην οριακή τιμή 40µg/m³.

Μέση ετήσια τιμή						
	ΑΠ	ΑΡ	ΘΡ	ΛΥ	ΜΑ	ΠΕΙΡ
2001	47	56	31	60	56	58
2002	38	55	34	62	69	63
2003	37	56	32	59	39	54
2004	39	58	33	63	29	56
2005	41	53	32	53	46	55
2006	34	57	27	59	48	
2007	28	52	21	55	48	47
2008	28	57	27	55	48	33
2009	26	49	30	43	43	35
2010	28	49	37	39	41	44
2011	23	42	30	30	42	44
2012	23	31	27	37	31	39
2013	26	40	29	42	35	37
2014	21	34		30	30	34
2015	21	41	21	32	33	45

Πίνακας 4--25 Μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σύνολο των σταθμών διαπιστώνεται σχετική μείωση των μέσων ετησίων συγκεντρώσεων διαχρονικά. Όπως και στα κεφάλαια 4.5.1.1 & 4.5.1.2 όπου αναλύθηκαν οι υπερβάσεις των ημερήσιων μέσων τιμών, οι περιαστικοί σταθμοί Αγία Παρασκευή και Θρακομακεδόνες παρουσιάζουν συμμόρφωση προς τα όρια. Αντίστοιχα, οι αστικοί σταθμοί Αριστοτέλους, Μαρούσι και Πειραιάς-1 λόγω τις αυξημένης κυκλοφορίας των οχημάτων καταγράφουν υψηλότερες συγκεντρώσεις πρωτογενώς παραγόμενων Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀. Σταθερά, εξαίρεση παρουσιάζει ο σταθμός Λυκόβρυση που καταγράφει τιμές συγκέντρωσης αντίστοιχες με τους αστικούς σταθμούς.

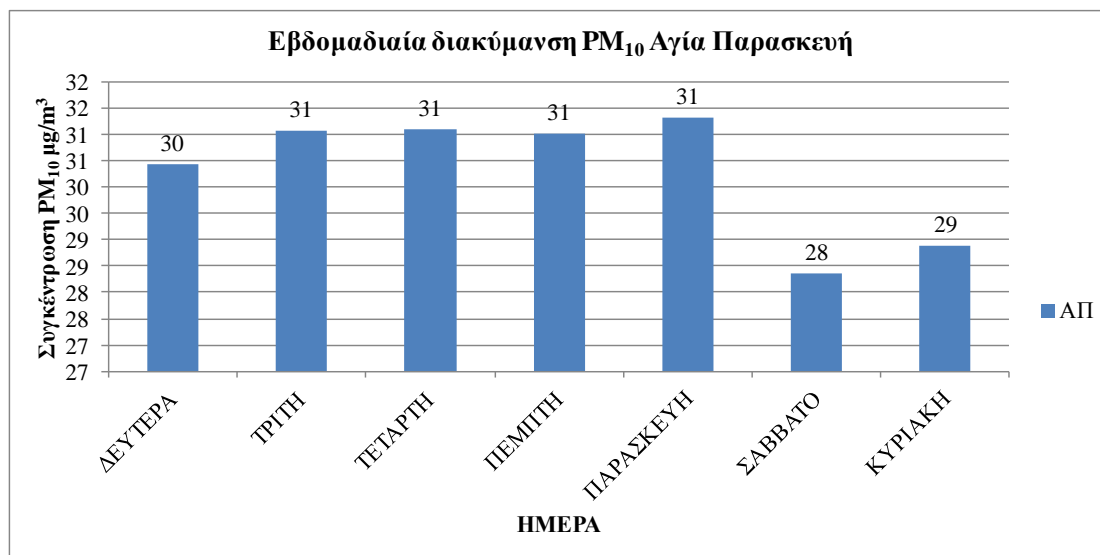
4.5.2 Στατιστικά χρονικής διακύμανση για τα PM₁₀

Στο κεφάλαιο 4.5.2 παρατίθενται οι πίνακες και τα διαγράμματα που αφορούν τα επίπεδα συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ όπως αυτά διαμορφώνονται την χρονική περίοδο 2001-2015 σε διάφορα χρονικά διαστήματα. Πρώτα, παρουσιάζεται η εβδομαδιαία διακύμανση ανα ημέρα της εβδομάδας. Έπειτα, η εποχική διακύμανση ανα μήνα του έτους. Τέλος, παρουσιάζεται η διαχρονική

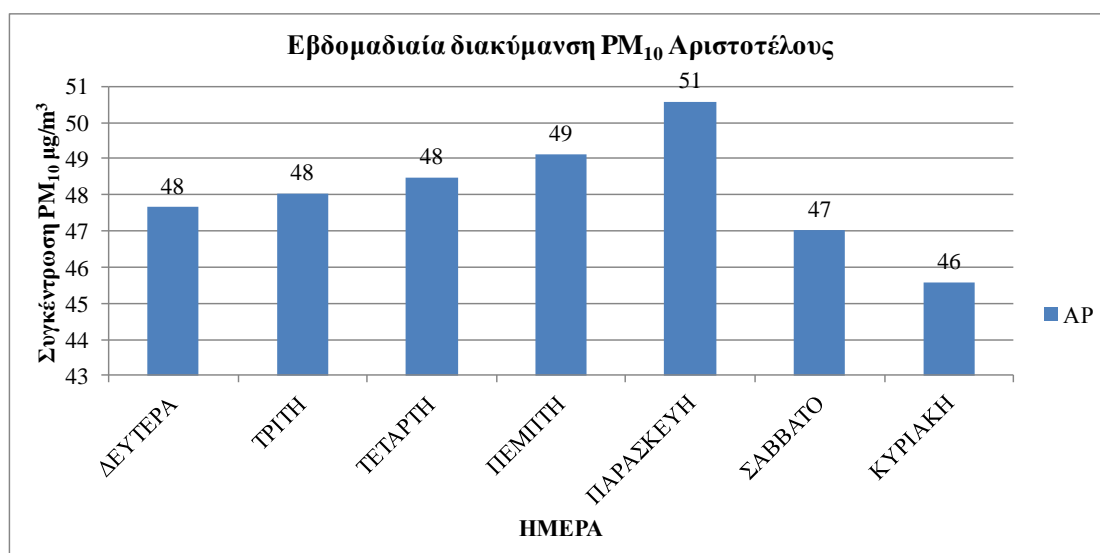
εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών, μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων για την χρονική περίοδο 2001-2015. Οι τιμές είναι σε mg/m^3 .

4.5.2.1 Εβδομαδιαία διακύμανση PM_{10}

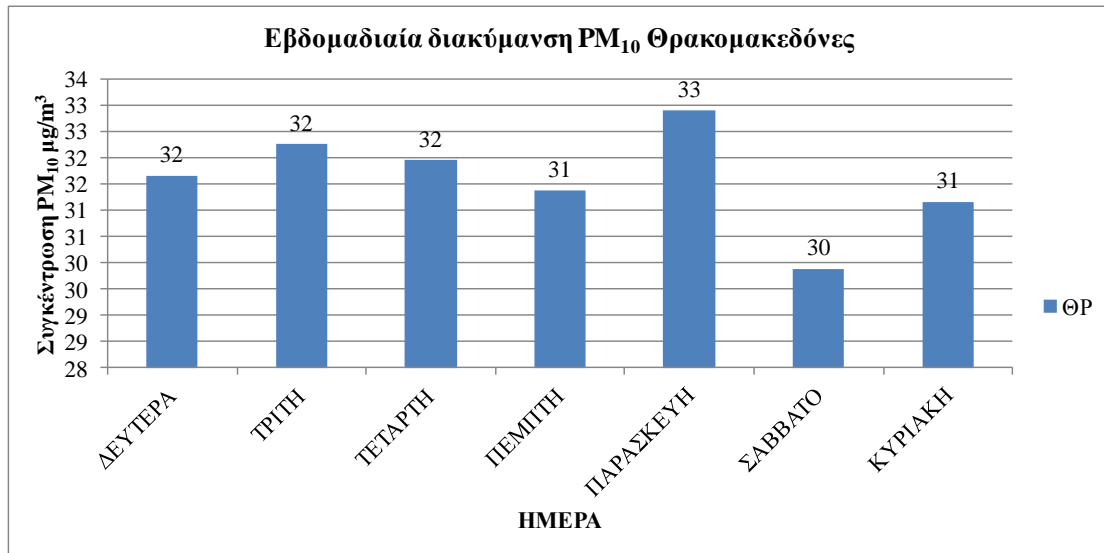
Στα διαγράμματα 4-231 έως 4-236 και το πίνακα 4-26 παρουσιάζεται η μέση ημερήσια συγκέντρωση Αιωρούμενων Σωματιδίων PM_{10} ανα ημέρα της εβδομάδος για το χρονικό διάστημα 2001 έως 2015 για κάθε σταθμό μέτρησης.



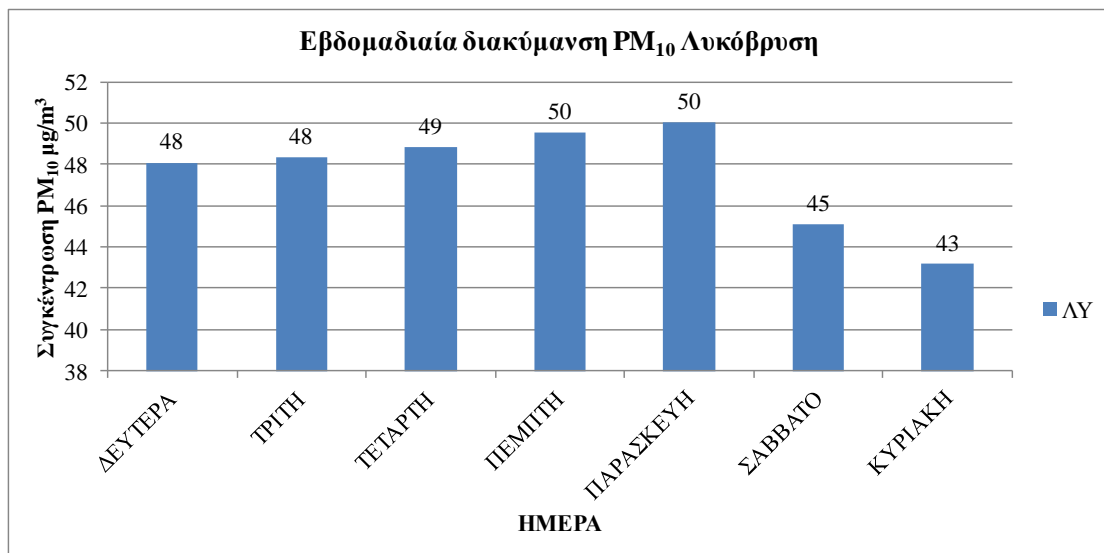
Διάγραμμα 0-231 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM_{10}). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.



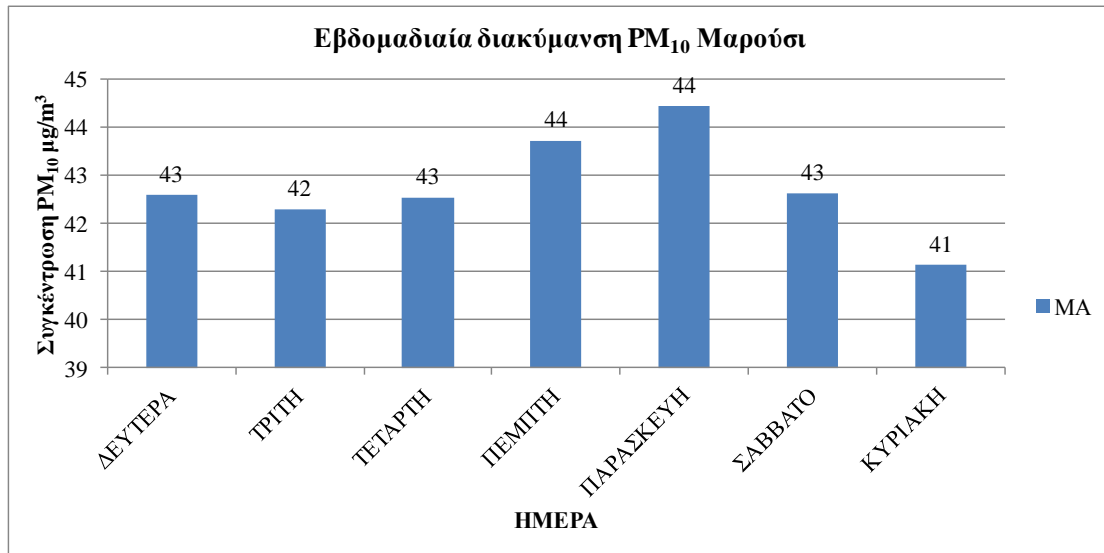
Διάγραμμα 0-232 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM_{10}). Σταθμός Αριστοτέλους. Περίοδος 2001-2015.



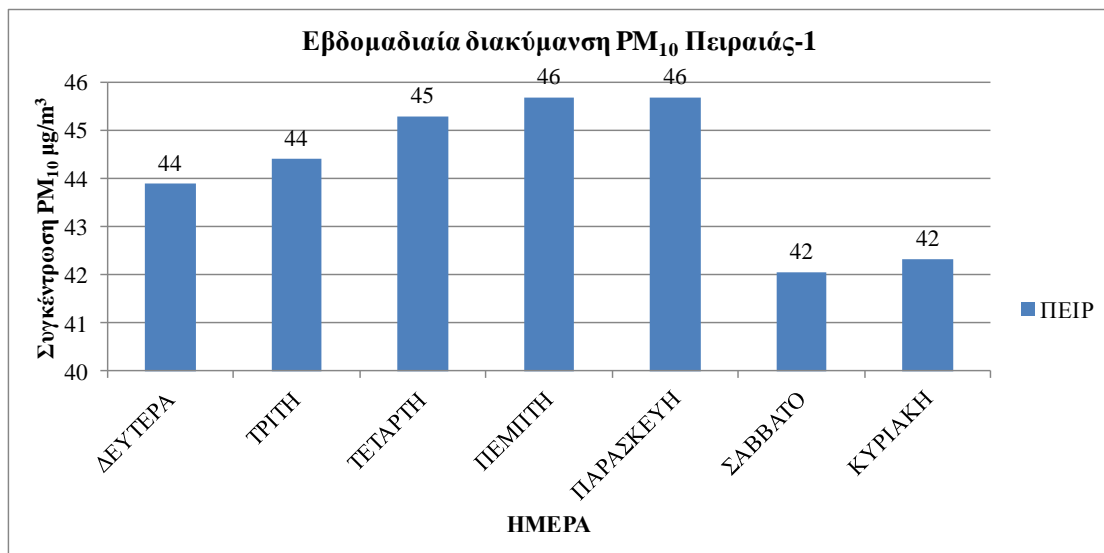
Διάγραμμα 0-233 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-234 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-235 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-236 Μέση εβδομαδιαία διακύμανση ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.

Εβδομαδιαία διακύμανση						
Ημέρα/ σταθμός	ΑΠ	ΑΡ	ΘΡ	ΛΥ	ΜΑ	ΠΕΙΡ
ΔΕΥΤΕΡΑ	30	48	32	48	43	44
ΤΡΙΤΗ	31	48	32	48	42	44
ΤΕΤΑΡΤΗ	31	48	32	49	43	45
ΠΕΜΠΤΗ	31	49	31	50	44	46
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	31	51	33	50	44	46
ΣΑΒΒΑΤΟ	28	47	30	45	43	42
ΚΥΡΙΑΚΗ	29	46	31	43	41	42

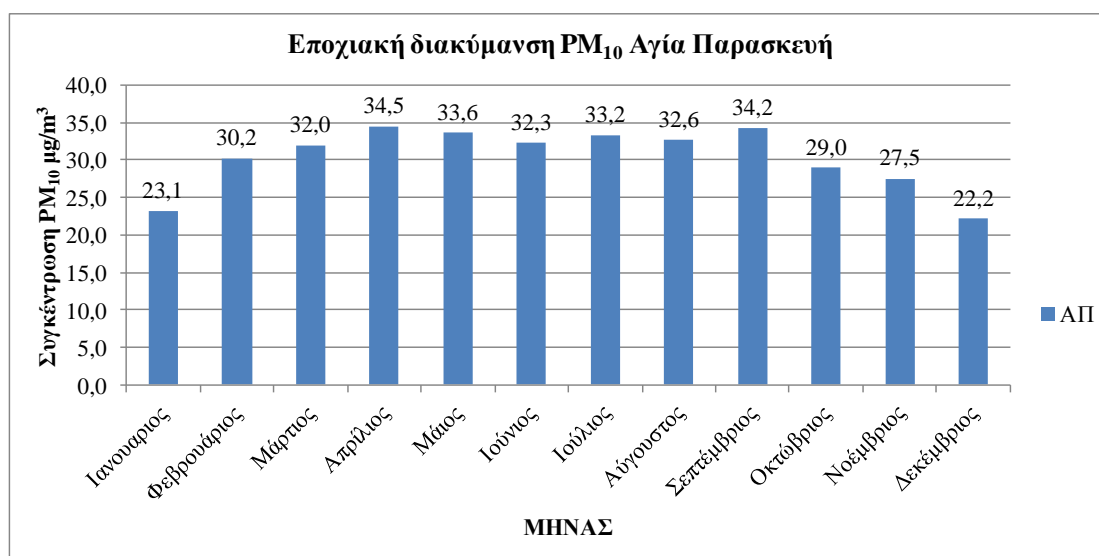
Πίνακας 4-26 Εβδομαδιαία διακύμανση μέσω ημερήσιων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀) για το σύνολο των σταθμών της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

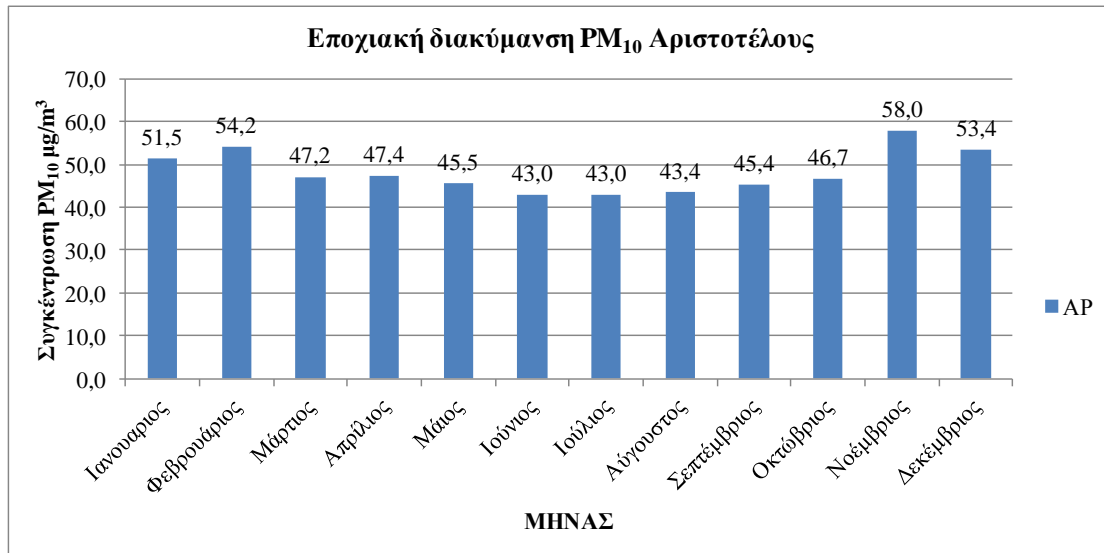
Στο σύνολο των σταθμών παρατηρούνται αυξημένα επίπεδα συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ τις καθημερινές. Η διακύμανση αυτή οφείλεται στο περιορισμό της κίνησης των οχημάτων τα Σαββατοκύριακα.

4.5.2.2 Εποχιακή διακύμανση PM₁₀

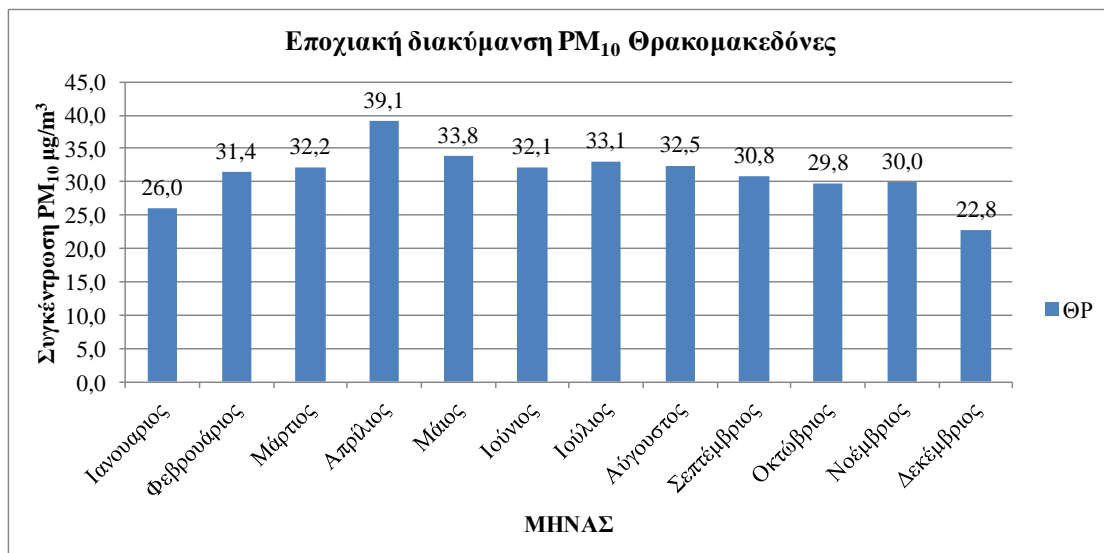
Η διακύμανση των συγκεντρώσεων των Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ ανα μήνα του έτους για την χρονική περίοδο 2001-2015 παρουσιάζεται στα διαγράμματα 4-237 έως 4-242 και στο πίνακα 4-27 για κάθε σταθμό μέτρησης.



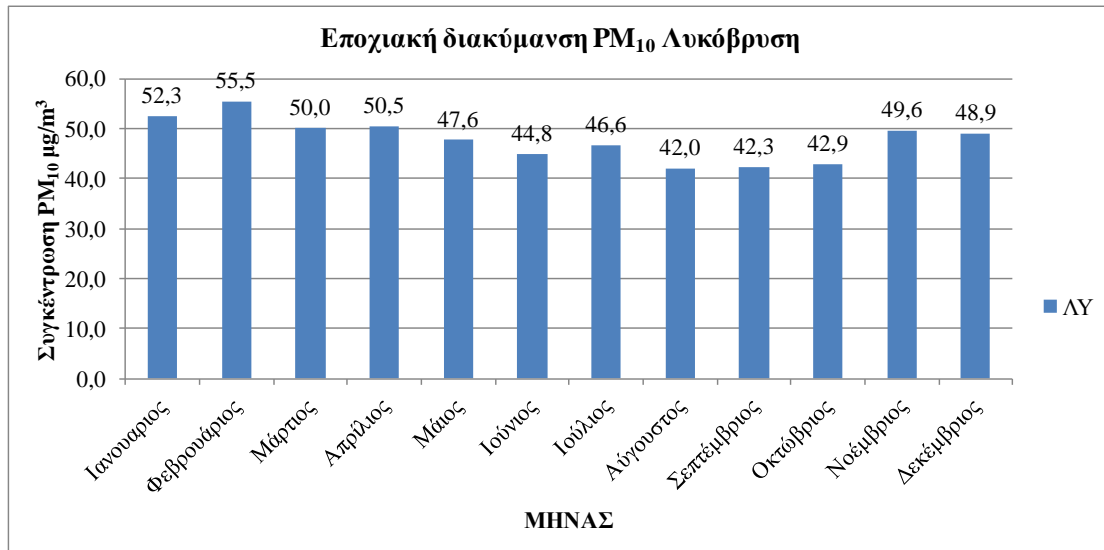
Διάγραμμα 0-237 Διακύμανση των μέσω μηνιαίων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀).. Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.



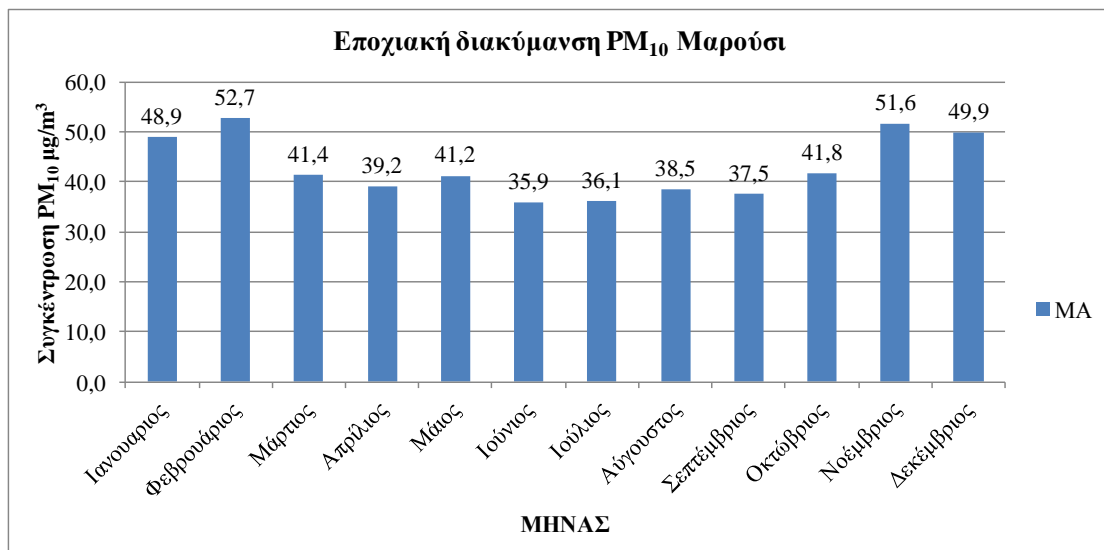
Διάγραμμα 0-238 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀).. Σταθμός Αριστοτέλους. Περίοδος 2001-2015.



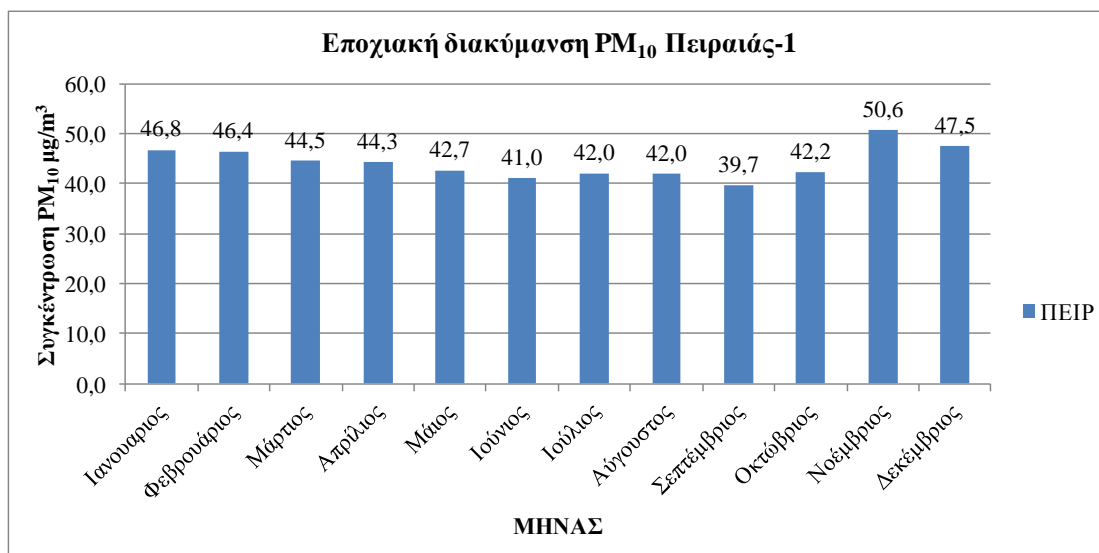
Διάγραμμα 0-239 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀).. Σταθμός Θρακομακεδόνες. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-240 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀).. Σταθμός Λυκόβρυση. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-241 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀).. Σταθμός Μαρούσι. Περίοδος 2001-2015.



Διάγραμμα 0-242 Διακύμανση των μέσων μηνιαίων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Πειραιάς-1. Περίοδος 2001-2015.

Εποχική διακύμανση						
Μήνας/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΡ	ΘΡ	ΛΥ	ΜΑ	ΠΕΙΡ
Ιανουάριος	23,1	51,5	26,0	52,3	48,9	46,8
Φεβρουάριος	30,2	54,2	31,4	55,5	52,7	46,4
Μάρτιος	32,0	47,2	32,2	50,0	41,4	44,5
Απρίλιος	34,5	47,4	39,1	50,5	39,2	44,3
Μάιος	33,6	45,5	33,8	47,6	41,2	42,7
Ιούνιος	32,3	43,0	32,1	44,8	35,9	41,0
Ιούλιος	33,2	43,0	33,1	46,6	36,1	42,0
Αύγουστος	32,6	43,4	32,5	42,0	38,5	42,0
Σεπτέμβριος	34,2	45,4	30,8	42,3	37,5	39,7
Οκτώβριος	29,0	46,7	29,8	42,9	41,8	42,2
Νοέμβριος	27,5	58,0	30,0	49,6	51,6	50,6
Δεκέμβριος	22,2	53,4	22,8	48,9	49,9	47,5

Πίνακας 4-27 Εποχική διακύμανση μέσωσ μηνιαίων συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀) για το σύνολο των σταθμών της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Οι σταθμοί χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

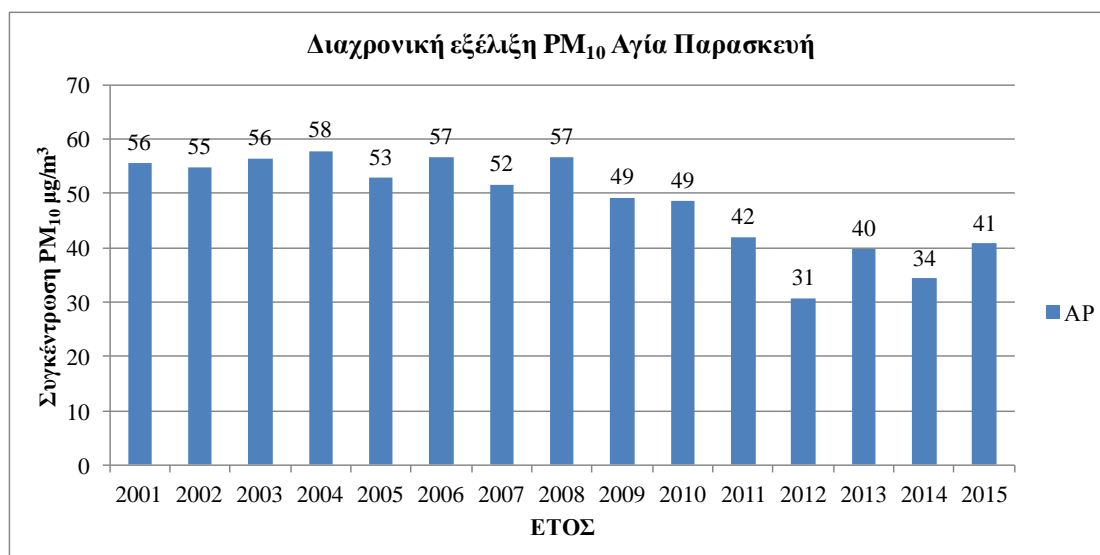
- α) Κατηγορία 1^η: Οι περιαστικοί-υποβάθρου σταθμοί Αγία Παρασκευή & Θρακομακεδόνες όπου παρουσιάζουν αύξηση των τιμών τους θερινούς μήνες.

β) Κατηγορία 2^η: Οι Αστικοί-κυκλοφορίας σταθμοί Αριστοτέλους, Μαρούσι και Πειραιάς-1, καθώς επίσης και ο περιαστικός σταθμός Λυκόβρυση, όπου καταγράφεται αύξηση των συγκεντρώσεων την χειμερινή περίοδο.

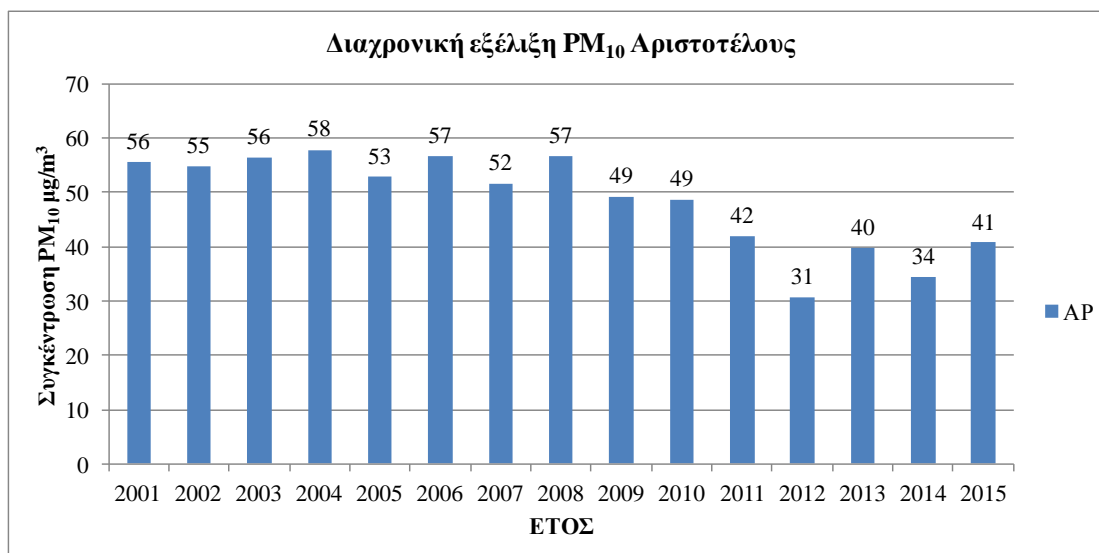
Η αύξηση των συγκεντρώσεων τους περιαστικούς-υποβάθρου σταθμούς λαμβάνει χώρα την θερινή περίοδο όπου η ηλιοφάνεια είναι αυξημένη, το οποίο ευνοεί τη δημιουργία δευτερογενών ρύπων μέσω των φωτοχημικών αντιδράσεων. Αντίστοιχα, για την δεύτερη κατηγορία που αφορά την πλειοψηφία των σταθμών τα επίπεδα συγκέντρωσης αυξάνονται τους χειμερινούς μήνες, με υψηλότερη τιμή το Νοέμβριο. Αυτό υποδεικνύει ότι οι σταθμοί αυτοί έχουν συγκεντρώσεις από πρωτογενείς ρύπους που οφείλονται κυρίως στην λειτουργία των κεντρικών θερμάνσεων.

4.5.2.3 Διαχρονική εξέλιξη ετήσιων τιμών PM₁₀

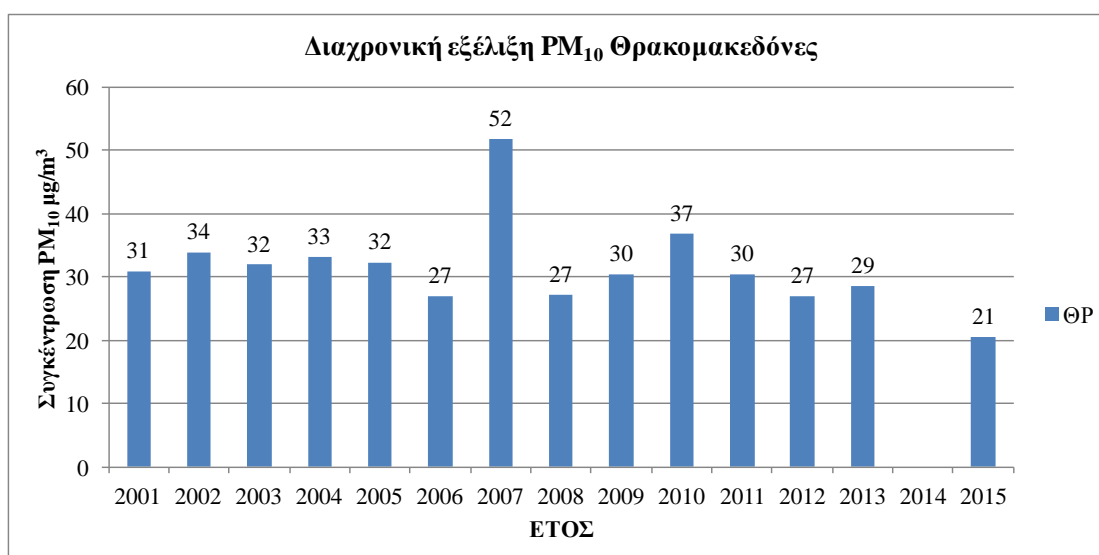
Για τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM₁₀ στα διαγράμματα 4-243 έως 4-248 και στο πίνακα 4-28 παρουσιάζεται η μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης για την χρονική περίοδο 2001-2015 για κάθε σταθμό. Στο κεφάλαιο αυτό δεν έχουμε κριτήριο για την πληρότητα δεδομένων σε σύγκριση με το κεφάλαιο 4.5.1.3. Ωστόσο, διατηρείται επιφύλαξη προς ορισμένα αποτελέσματα που παρουσιάζονται.



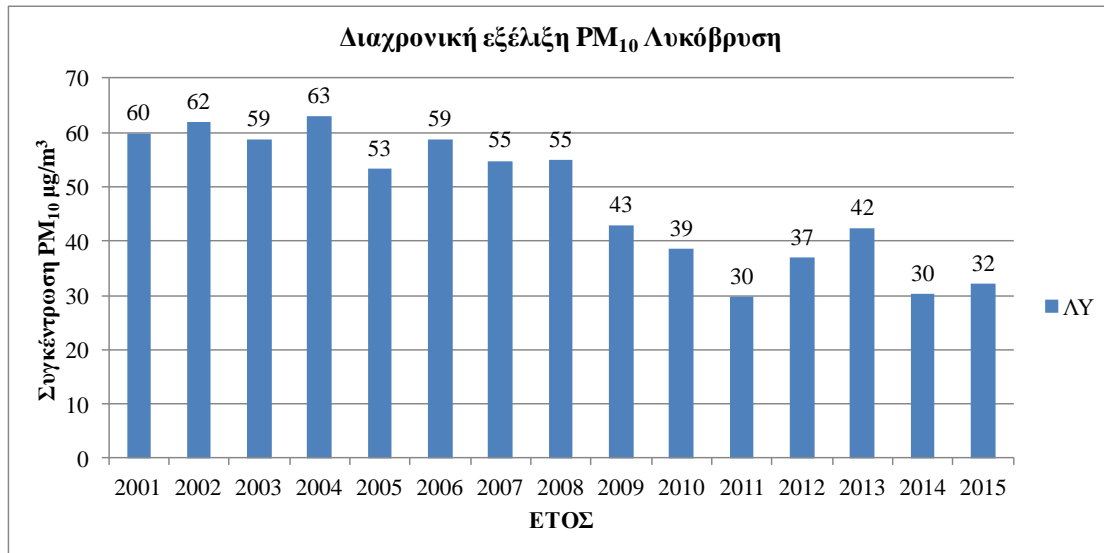
Διάγραμμα 0-243 Διαχρονική εξέλιξη μέσω ετήσιων τιμών Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015.



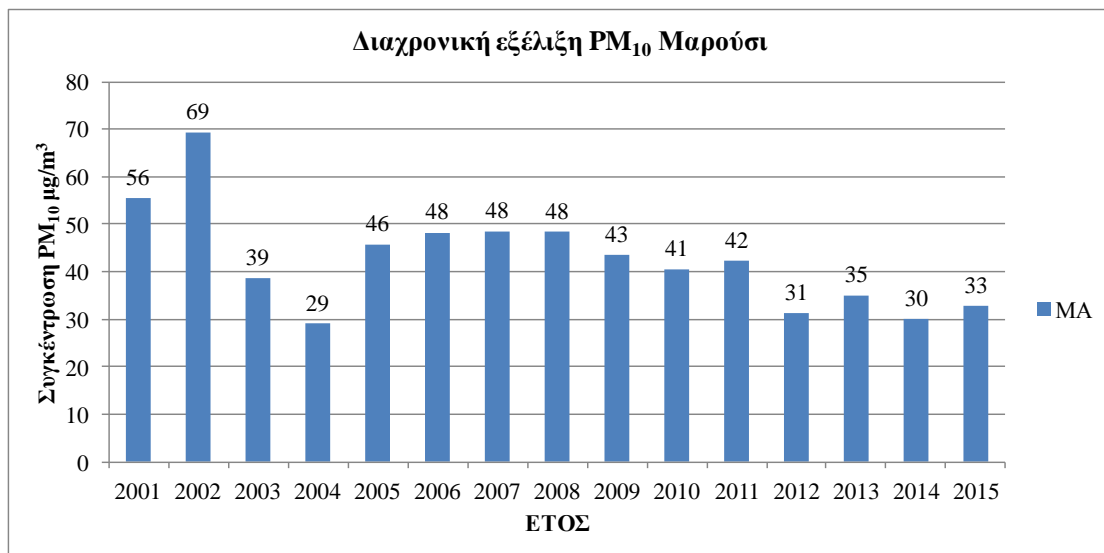
Διάγραμμα 0-244 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015



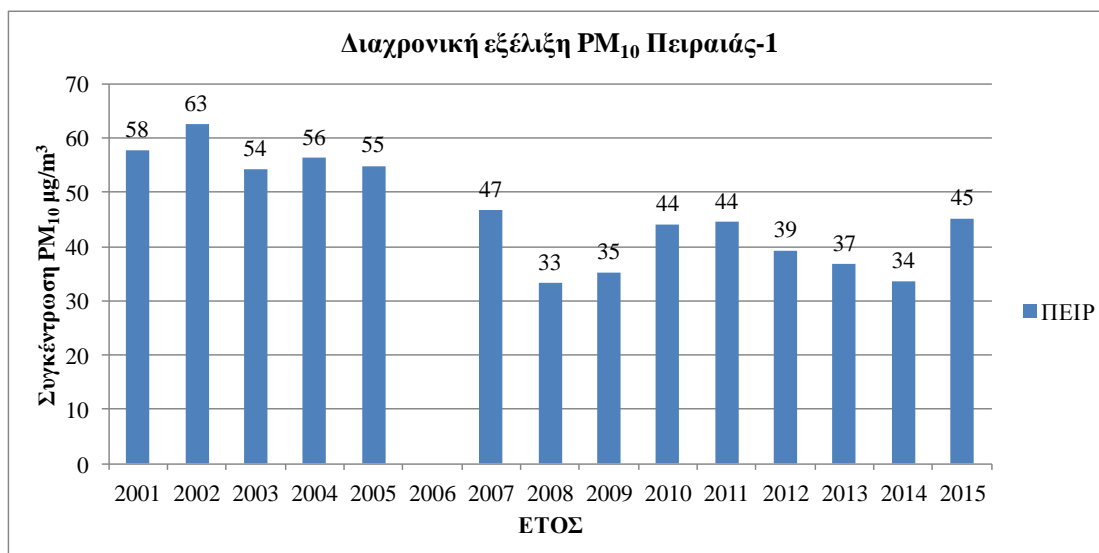
Διάγραμμα 0-245 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015



Διάγραμμα 0-246 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015



Διάγραμμα 0-247 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015



Διάγραμμα 0-248 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων τιμών Αιωρούμενων Σωματιδίων (PM₁₀). Σταθμός Αγία Παρασκευή. Περίοδος 2001-2015

**Στο σταθμό Πειραιάς-1 δεν υπάρχουν δεδομένα για το έτος 2006.*

Διαχρονική εξέλιξη							
Έτος/ Σταθμός	ΑΠ	ΑΡ	ΘΡ	ΛΥ	ΜΑ	ΠΕΙΡ	
2001		47	56	31	60	56	58
2002		38	55	34	62	69	63
2003		37	56	32	59	39	54
2004		39	58	33	63	29	56
2005		41	53	32	53	46	55
2006		34	57	27	59	48	
2007		28	52	52	55	48	47
2008		28	57	27	55	48	33
2009		26	49	30	43	43	35
2010		28	49	37	39	41	44
2011		23	42	30	30	42	44
2012		23	31	27	37	31	39
2013		26	40	29	42	35	37
2014		21	34		30	30	34
2015		21	41	21	32	33	45

Πίνακας 4-28 Διαχρονική εξέλιξη μέσων ετήσιων Συγκεντρώσεων Αιωρούμενων Σωματιδίων PM₁₀ για το σύνολο των σταθμών της Ε.Π.Α. Περίοδος 2001-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Γενικότερα παρατηρείται τάση μείωσης των συγκεντρώσεων στο σύνολο των σταθμών.

4.5.3 Γενικά συμπεράσματα για τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM₁₀

Από την στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο αυτό γίνεται εμφανές ότι τα επίπεδα συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων αεροδυναμικής διαμέτρου έως 10 μm είναι αρκετά υψηλά στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών. Αρχικώς, στην πρώτη ενότητα που αφορά την αξιολόγηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας βάση των ορίων της Ευρωπαϊκής Οδηγίας διαπιστώνουμε σημαντικά ποσοστά υπερβάσεων των τιμών στόχων σε τέσσερις από τους έξι σταθμούς. Οι σταθμοί που εμφανίζουν μεγαλύτερη συμμόρφωση είναι οι Θρακομακεδόνες και Αγία Παρασκευή. Συγκεκριμένα, για το σταθμό Αγία Παρασκευή τα μέσα επίπεδα συγκέντρωσης προσεγγίζουν των άλλων σταθμών αλλά παρουσιάζονται λιγότερες αιχμές. Όσο αφορά την εβδομαδιαία διακύμανση των τιμών γίνεται εμφανείς η επίδραση της κυκλοφορίας των οχημάτων καθώς οι συγκεντρώσεις είναι υψηλότερες τις καθημερινές. Στην μελέτη της διακύμανσης ανά μήνα του έτους παρατηρείται ότι οι αστικοί σταθμοί και ο σταθμός Μαρούσι παρουσιάζουν αύξηση των επιπέδων συγκέντρωσης τους χειμερινούς μήνες όπου παράγονται πρωτογενώς τα PM₁₀ από τα συστήματα θέρμανσης. Ενώ οι σταθμοί Αγία Παρασκευή και Θρακομακεδόνες την θερινή περίοδο εμφανίζουν αύξηση των συγκεντρώσεων που οφείλεται στη δευτερογενή παραγωγή αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ που σχετίζεται με την αυξημένη ηλιοφάνεια την περίοδο αυτή. Τέλος, διαχρονικά παρατηρείται μείωση των επιπέδων με τάση σταθεροποίησης των επιπέδων τα τελευταία έτη της μελέτης.

4.6 Αιωρούμενα σωματίδια αεροδυναμικής διαμέτρου μέχρι 2.5 μm (PM_{2,5})

Δεδομένα ημερήσιων τιμών για τα Αιωρούμενα Σωματίδια αεροδυναμικής διαμέτρου μέχρι 2.5 μm από τέσσερις σταθμούς μέτρησης περιλαμβάνονται στην βάση δεδομένων. Οι σταθμοί καταγραφής των PM_{2,5} είναι αναλυτικά α) Αγία Παρασκευή β) Γουδί γ) Λυκόβρυση και δ) Πειραιάς-1. Οι μετρήσεις στο Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (Ε.Δ.Π.Α.Ρ) οι μετρήσεις ξεκινούν το έτος 2007. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται μόνο τα στατιστικά της χρονικής διακύμανσης για τον ρύπο καθώς όπως παρουσιάζουμε στην επόμενη ενότητα τα δεδομένα δεν είναι επαρκή για να αξιολογηθεί η συμμόρφωση με τα όρια που προβλέπουν οι Ευρωπαϊκές οδηγίες.

4.6.1 Στατιστικά πληρότητας δεδομένων

Στο πίνακα 4-29 παρουσιάζονται τα ποσοστά των έγκυρων ημερήσιων μετρήσεων για τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM_{2,5} για τους τέσσερις σταθμούς Αγία Παρασκευή, Γουδί, Λυκόβρυση και Πειραιάς-1. Στο πίνακα 4-30 με “X” σημειώνονται οι σταθμοί που έχουν εντός ενός ημερολογιακού έτους έχουν συλλέξει για άνω του 75% των ημερών έγκυρες μετρήσεις. Για τον σταθμό Γουδί δεν υπάρχει καταγραφή ρύπων μετά το έτος 2009.

ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΠ	ΓΟΥ	ΛΥΚ	ΠΕΙΡ
2007	97%	24%	81%	66%
2008	91%	95%	92%	66%
2009	99%	99%	95%	84%
2010	47%	0%	73%	73%
2011	97%	0%	60%	51%
2012	86%	0%	89%	30%
2013	98%	0%	50%	36%
2014	44%	0%	54%	73%
2015	73%	0%	77%	90%

Πίνακας 4-29 Πίνακας πληρότητας δεδομένων σταθμών καταγραφής PM_{2,5}

ΕΓΚΥΡΑ	ΑΠ	ΓΟΥ	ΛΥΚ	ΠΕΙΡ
2007	X			
2008	X	X	X	
2009	X	X	X	
2010				
2011	X			
2012				
2013	X			
2014				
2015				X

Πίνακας 4-30 Πίνακας αξιοπιστίας δεδομένων

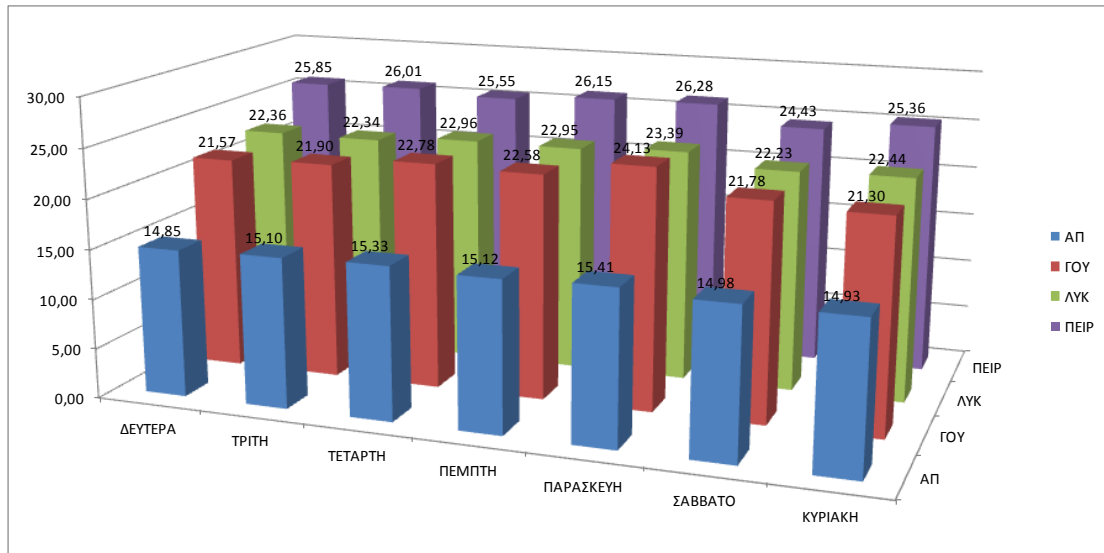
Από τα ανωτέρω διαπιστώνουμε ότι έχουμε 5 συνολικά αξιοποιήσιμα έτη μετρήσεων στον σταθμό Αγία Παρασκευή. Από δύο έτη έχουμε στους σταθμούς Γουδί και Λυκόβρυση και μόλις ένα στο σταθμό Πειραιάς-1. Η συγκέντρωση δεδομένων έως το έτος 2015 για τα Αιωρούμενα Σωματίδια $PM_{2,5}$ κρίνεται μη επαρκής.

4.6.2 Στατιστικά χρονικής διακύμανσης για τα Αιωρούμενα Σωματίδια $PM_{2,5}$

Στις επόμενες ενότητες θα αναφερθούμε στα στατιστικά για τις μέσες τιμές συγκέντρωσης των ρύπων ανά ημέρα της εβδομάδος, ανά μήνα του έτους και διαχρονικά.

4.6.2.1 Εβδομαδιαία διακύμανση $PM_{2,5}$

Στο διάγραμμα 4-249 & στο πίνακα 4-31 παρουσιάζεται η πορεία εξέλιξης των ημερήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων $PM_{2,5}$ κατά την διάρκεια της εβδομάδος για την χρονική περίοδο μελέτης 2007 έως 2015.



Διάγραμμα 0-249 Διάγραμμα εβδομαδιαίας πορείας ημερήσιων συγκεντρώσεων PM_{2,5}

Εβδομαδιαία διακύμανση				
	ΑΠ	ΓΟΥ	ΛΥΚ	ΠΕΙΡ
ΔΕΥΤΕΡΑ	14,85	21,57	22,36	25,85
ΤΡΙΤΗ	15,10	21,90	22,34	26,01
ΤΕΤΑΡΤΗ	15,33	22,78	22,96	25,55
ΠΕΜΠΤΗ	15,12	22,58	22,95	26,15
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	15,41	24,13	23,39	26,28
ΣΑΒΒΑΤΟ	14,98	21,78	22,23	24,43
ΚΥΡΙΑΚΗ	14,93	21,30	22,44	25,36

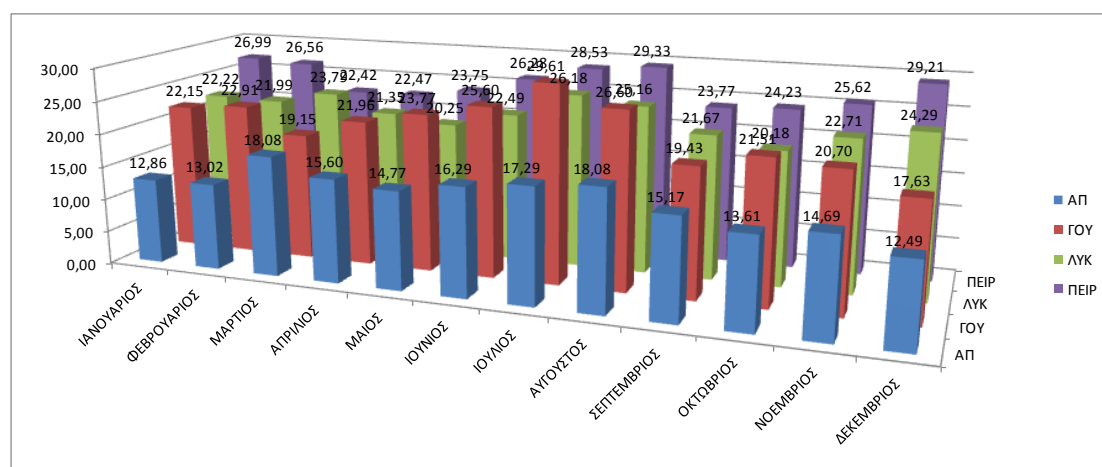
Πίνακας 4-31 Πίνακας εβδομαδιαία διακύμανσης ημερήσιων συγκεντρώσεων PM_{2,5}. Χρονική περίοδος 2007-2015

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σύνολο των σταθμών παρατηρείται ότι τα επίπεδα συγκεντρώσεων παραμένουν σχεδόν σταθερά. Τα χαμηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεων παρουσιάζει ο σταθμός Αγία Παρασκευή ενώ τα υψηλότερα καταγράφηκαν στο σταθμό Πειραιάς-1.

4.6.2.2 Εποχική διακύμανση PM_{2,5}

Στο πίνακα 4-32 και στο διάγραμμα 4-250 αποτυπώνεται η εξέλιξη των μέσων συγκεντρώσεων ανά μήνα του έτους για την χρονική περίοδο 2007-2015.



Διάγραμμα 0-250 Συγκριτικό διάγραμμα ετήσιας πορείας μέσων μηνιαίων συγκεντρώσεων PM_{2,5}. Χρονική περίοδος 2007-2015.

Εποχιακή διακύμανση				
	ΑΠ	ΓΟΥ	ΛΥΚ	ΠΕΙΡ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	12,86	22,15	22,22	26,99
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	13,02	22,91	21,99	26,56
ΜΑΡΤΙΟΣ	18,08	19,15	23,79	22,42
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	15,60	21,96	21,35	22,47
ΜΑΙΟΣ	14,77	23,77	20,25	23,75
ΙΟΥΝΙΟΣ	16,29	25,60	22,49	26,28
ΙΟΥΛΙΟΣ	17,29	29,61	26,18	28,53
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	18,08	26,60	25,16	29,33
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	15,17	19,43	21,67	23,77
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	13,61	21,51	20,18	24,23
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	14,69	20,70	22,71	25,62
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	12,49	17,63	24,29	29,21

Πίνακας 4-32 Μέσων μηνιαίων συγκεντρώσεων για την χρονική περίοδο 2007-2015.

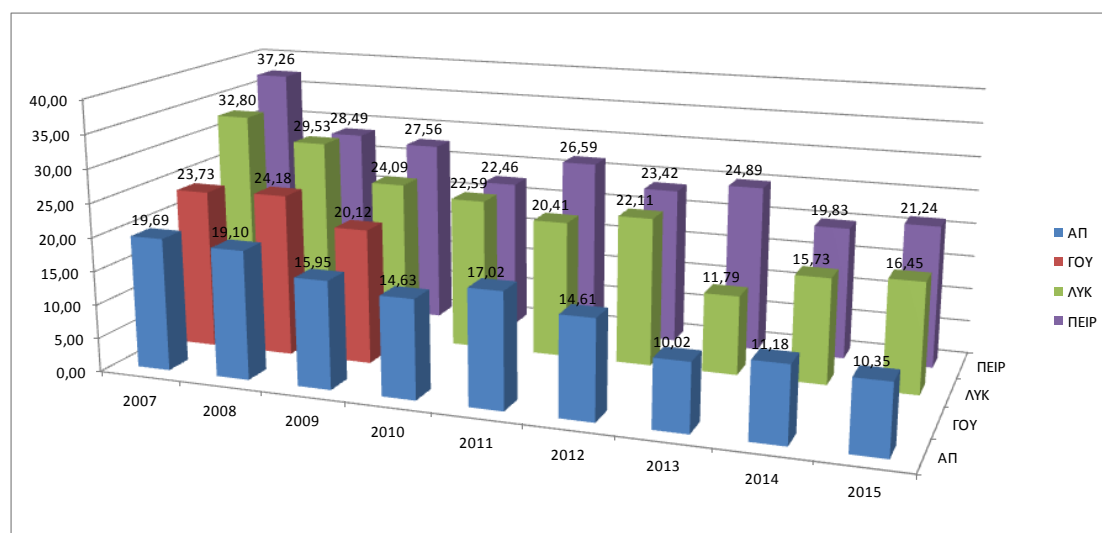
Σχόλια-Παρατηρήσεις

Στο σταθμό Αγία Παρασκευή, όπου υπάρχει και η μεγαλύτερη συγκριτικά συγκέντρωση δεδομένων για την εξεταζόμενη χρονική περίοδο, παρατηρούνται αυξημένα επίπεδα συγκεντρώσεων την περίοδο από Μάρτιο έως Αύγουστο. Για το σταθμό Γουδί, όπου υπάρχουν δεδομένα μόνον από την χρονική περίοδο 2007-2009,

καταγράφονται υψηλότερα επίπεδα την θερινή περίοδο με υψηλότερα τον μήνα Ιούλιο 29,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Στο σταθμό Λυκόβρυση δεν υπάρχει ευκρινής περιοδικότητα στην διακύμανση των τιμών. Ο μήνας με την υψηλότερη μέση συγκέντρωση για τον σταθμό Λυκόβρυση είναι τον Ιούλιο 26,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ενώ η χαμηλότερη τον Οκτώβριο 20,18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Τέλος, στο σταθμό Πειραιας-1 παρατηρούνται σχετικός υψηλότερα επίπεδα τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο καθώς και τους Χειμερινούς μήνες. Αυτό πιθανώς οφείλεται για την χρονική περίοδο Ιούλιος, Αύγουστος στην αύξηση της κίνησης των πλοίων ή στα φαινόμενα της «Αφρικανικής σκόνης» που μεταφέρεται από την έρημο Σαχάρα. Για την Χειμερινή περίοδο η αύξηση μπορεί να αποδοθεί στην λειτουργία των κεντρικών θερμάνσεων και των λοιπών συστημάτων θέρμανσης.

4.6.2.3 Διαχρονική διακύμανση $\text{PM}_{2,5}$

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα μέσα ετήσια επίπεδα συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων $\text{PM}_{2,5}$ στους σταθμούς Αγία Παρασκευή, Λυκόβρυση & Πειραιάς-1 για την χρονική περίοδο 2007-2015. Επίσης, για τον σταθμό Γουδί που για την χρονική περίοδο 2007-2009.



Διάγραμμα 0-251 Συγκριτικό διάγραμμα μέσων ετήσιων επιπέδων Αιωρούμενων Σωματιδίων $\text{PM}_{2,5}$. Χρονική περίοδος 2007-2015.

Διαχρονική διακύμανση				
	ΑΠ	ΓΟΥ	ΛΥΚ	ΠΕΙΡ
2007	19,69	23,73	32,80	37,26
2008	19,10	24,18	29,53	28,49
2009	15,95	20,12	24,09	27,56
2010	14,63		22,59	22,46
2011	17,02		20,41	26,59
2012	14,61		22,11	23,42
2013	10,02		11,79	24,89
2014	11,18		15,73	19,83
2015	10,35		16,45	21,24

Πίνακας 4-33 Μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων PM_{2,5}. Χρονική περίοδος 2007-2015.

Σχόλια-Παρατηρήσεις

Γενικότερα, αποτυπώνεται μια τάση μείωσης των μέσων επιπέδων συγκέντρωσης. Τα χαμηλότερα επίπεδα συγκεντρώσεως Αιωρούμενων Σωματιδίων PM_{2,5} καταγράφονται στον περιαστικό σταθμό Αγία Παρασκευή. Αντίστοιχα, τα υψηλότερα στον σταθμό Πειραιάς-1.

4.6.3 Γενικά συμπεράσματα για τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM_{2,5}

Αρχικώς, διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη διακύμανση μεταξύ των ημερών της εβδομάδος. Στην συνέχεια, στο σύνολο των σταθμών παρατηρούνται σχετικά υψηλά επίπεδα τους θερινούς μήνες, ενώ στο μοναδικό αστικό σταθμό, Πειραιάς-1, καταγράφεται αύξηση των επιπέδων του ρύπου λόγω της λειτουργίας των κεντρικών θερμάνσεων. Τέλος, διαχρονικά παρατηρείται μια τάση μείωσης των επιπέδων συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων.

Συμπεράσματα - Προτάσεις

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης διαπιστώνεται η σημαντική συνεισφορά των Μ.Ε.Κ. (Μηχανών Εσωτερικής Καύσης) των οχημάτων στην επιβάρυνση του ατμοσφαιρικού αέρα στην περιοχή των Αθηνών, το πρόβλημα παρουσιάζεται εντονότερο στο κέντρο της πόλεως όπου η κυκλοφορία είναι πυκνότερη. Παράλληλα, γίνεται εμφανείς ο σημαντικός περιορισμός των εκπομπών που οφείλονται στην κίνηση των οχημάτων λόγω της χρήσης των καταλυτικών μετατροπέων και των τεχνολογιών εξοικονόμησης καυσίμου στα οχήματα. Επιπλέον, η βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων (από-θείωση) και ο περιορισμός της κίνησης ως συνέπεια τις οικονομικής ύφεσης επηρέασαν σημαντικά την μείωση των εκπομπών. Αποτέλεσμα, των ανωτέρω είναι η συμμόρφωση με τα όρια της Κοινοτικής και Εθνικής Νομοθεσίας για τους ρύπους Διοξείδιο του Θείου και Μονοξείδιο του άνθρακα ενώ και για τους υπόλοιπους ρύπους διαπιστώνεται περιορισμός των συγκεντρώσεων διαχρονικά.

Η συνεισφορά λόγω λειτουργίας εγκαταστάσεων θέρμανσης και των βιομηχανικών μονάδων είναι επίσης σημαντική και αποτυπώνεται στην στατιστική ανάλυση. Στην συνέχεια διαπιστώνεται πως, ενώ η οικονομική ύφεση προκάλεσε των περιορισμό των μετακινήσεων και των βιομηχανικών δραστηριοτήτων επιφέροντας μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, υπήρχε αύξηση των εκπομπών ρύπων που οφείλονταν στην προσπάθεια πολλών να θερμανθούν μέσω τις καύσης βιομάζας (ξύλα κ.α) σε τζάκια, σόμπες & μαγκάλια. Η πρακτική αυτή αποτυπώνεται στις μετρήσεις όπου παρατηρούνται ακραίες υψηλές τιμές ρύπανσης την χειμερινή περίοδο και είχε παρατηρηθεί το φαινόμενο της αιθαλομίχλης, το οποίο υποδηλώνει υψηλά επίπεδα αιωρούμενων σωματιδίων.

Οι κυριότεροι ρύποι για τους οποίους πρέπει να υπάρξει μέριμνα και πρωτοβουλίες για τον περιορισμό των συγκεντρώσεων τους στην ατμόσφαιρα της Αθήνας είναι το τροποσφαιρικό Όζον και τα Αιωρούμενα Σωματίδια PM_{10} & $PM_{2.5}$. Είναι εμφανές ότι το κλίμα που επικρατεί στην Ελλάδα και την περιοχή των Αθηνών, το οποίο χαρακτηρίζεται από αίθριο καιρό με υψηλή ηλιοφάνεια τις περισσότερες ημέρες του έτους, ευνοεί την παραγωγή δευτερογενών ρύπων μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα. Επίσης, το φαινόμενο της Αφρικανικής σκόνης, το

οποίο εντείνεται διαχρονικά επιφορτίζει την ατμόσφαιρα με αιωρούμενα σωματίδια με συγκεντρώσεις πολλαπλάσιες του ορίου που προβλέπεται από τις Κοινοτικές οδηγίες και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Το φαινόμενο αυτό αναδεικνύει επίσης ότι η διαμεθωριακή μεταφορά ρύπων πρέπει να καταγράφεται και να συνυπολογίζεται στην αξιολόγηση τις συμμορφώσεις των κρατών προς τα όρια συγκέντρωσης.

Στο πλαίσιο των δεσμεύσεων της χώρας μέσω της συνθήκης των Παρισίων αλλά και των αποφάσεων του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου θα πρέπει να προωθηθούν μέτρα για τον περαιτέρω περιορισμό των εκπομπών. Ορισμένα μέτρα τα οποία μπορούν να συνεισφέρουν στην επίτευξη των στόχων αποτελούν:

1. Η σταδιακή αύξηση της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε) στην ηλεκτροπαραγωγή, το οποίο συνεπάγεται μείωση της δυναμικότητας των μονάδων θερμοηλεκτρικών μονάδων (Λιγνίτης, πετρέλαιο), σε ποσοστό 90% με χρονικό ορίζοντα το 2050. Σε αρχική φάση θα πρέπει ν' αυξηθεί η συμμετοχή των Α.Π.Ε στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.
2. Η επέκταση της χρήσης φυσικού αερίου ως εναλλακτικού καυσίμου στις οικιακές θερμάνσεις, μαγειρικές εστίες και στα οχήματα.
3. Η ωρίμανση των συνθηκών για την επέκταση της χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων. Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων ωφελεί την ποιότητα της ατμόσφαιρας εφόσον οι ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από τις ανανεώσιμες πηγές.
4. Η επιβολή περιβαλλοντικών τελών σύμφωνα με την πολιτική που ακολουθείται από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης "Ο ρυπαίνων πληρώνει" το οποίο θα αποδώσει και οικονομικό κίνητρο για την συμμόρφωση. Επίσης, η περιβαλλοντική συμμόρφωση των επιχειρήσεων μπορεί να αξιολογείται και να αποτελεί κριτήριο για την πρόσβαση τους σε τραπεζικά κεφάλαια.
5. Ανάπτυξη έξυπνων δικτύων διαχείρισης ενέργειας, με στόχο την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων.
6. Τον περιορισμό των γραφειοκρατικών διαδικασιών που αφορούν τις επενδύσεις σε Α.Π.Ε, δίκτυα φυσικού αερίου και ενεργειακές αναβαθμίσεις κτιριακών εγκαταστάσεων.

7. Η επέκταση της γραμμής 4 του Αττικού Μετρό και η ανανέωση του στόλου οχημάτων της ΣΤΑ.ΣΥ.
8. Η συνεχής ενημέρωση των πολιτών για την ανάπτυξη της περιβαλλοντολογικής ευαισθητοποίησης.

Βιβλιογραφία

Boubel R.W., Fox D. L., Turner D.B. and Stern A.C., 1994. Fundamentals of Air Pollution. Academic Press, San Diego.

Carbon Monoxide Chemical Datasheet, CAMEO Chemicals, version 2.7 rev 2., National Oceanic and Atmospheric Administration. Available at: <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/335> (2018)

Council Decision 97/101/EC, 1997. Establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States, Official Journal of the European Communities, L035, 05/02/1997, pp 14-22.

Council Directive 1999/30/EC, 1999. Limit values of sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. Official Journal of the European Communities, L163, 29/6/1999, pp 41-60.

Council Directive 96/92/EC, 1996. On ambient air quality assessment and management. Official Journal of the European Communities, L296, 21/11/1996, pp 55-63.

Directive 2000/69/EC of the European Parliament and the Council, 2000. Limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air. Official Journal of the European Communities, L313, 13/12/2000, pp 12-22.

Directive 2002/3/EC of the European Parliament and the Council, 2002. Ozone in ambient air. Official Journal of the European Communities, L67, 9/3/2002, pp 14-31.

Directive 2004/107/EC of the European Parliament and the Council, 2004. relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Official Journal of the European Communities, L23, 26/1/2005, p.3

Directive 2008/50/EC of the European Parliament and the Council, 2008. on ambient air quality and cleaner air for Europe. Official Journal of the European Communities, L152, 11/6/2008, pp 1-44.

Directive 2015/1480/EC of the European Parliament and the Council, 2015. amending several annexes to Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council laying down the rules concerning reference methods, data validation and location of sampling points for the assessment of ambient air quality. Official Journal of the European Communities, L226, 29/8/2015, pp 4-11.

Dockery D.W., Pope C.A., Xiping Xu X., Spengler J.D, Ware J.H., Fay M.E., Ferris B.G., Speizer F.E., 1993. An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. The New England Journal of Medicine, V(329), No(24), pp. 1753-1759.

European commission, Air quality introduction, Available at: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/index.htm> (2018)

Glossary of Environment Statistics, Studies in Methods, 1997, Series F, No. 67, United Nations, New York

Samet J. and Krewski D., 2007. Health Effects Associated with Exposure to Ambient Air Pollution. Journal of Toxicology and Environment Health, V (70), No (3-4), pp 227-242

Βαλκανάς Γ., 1992, [Ρύπανση περιβάλλοντος](#) : Επιστήμη και τεχνική αντιμετώπιση, [Εκδόσεις Παπαζήση](#), Αθήνα.

Γεντεκάκης Ι.Β., 2010. *Ατμοσφαιρική ρύπανση, επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες*. Κλειδάριθμος, Αθήνα.

Καλδέλης Ι.Κ. και Χαλβατζής Κ.Ι., 2005, Περιβάλλον και βιομηχανική ανάπτυξη, τόμος 1^{ος}, ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, Αθήνα.

ΚουτούπαΡεγκάκου Ε. 2007, Δίκαιο του περιβάλλοντος, Εκδόσεις ΣΑΚΚΟΥΛΑ, Θεσσαλονίκη. pp. 177-189.

Μαχαίρας Π., Μπαλαφούτης Χ., 1984. Γενική Κλιματολογία με στοιχεία Μετεωρολογίας. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Μουστρής Κ.Π., 2009. Πρόγνωση ποιότητας της ατμόσφαιρας στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών με την χρήση νευρωνικών δικτύων, Εθνικό μετσόβιο πολυτεχνείο, Σχολή χημικών μηχανικών, Τομέας ανάλυσης σχεδιασμού & ανάπτυξης διεργασιών και συστημάτων. Αθήνα.

Τριανταφύλλου Αθανάσιος, Γ. 2017, Αέρια Ρύπανση, Εκδόσεις ΘΑΛΗΣ, Κοζάνη, pp.697-705.